

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Tiempos de cambio y nuevas formas de ver el tráfico a nivel mundial han sido clave para el desarrollo de nuevas investigaciones en el ámbito del ordenamiento y estudios sobre el tráfico vehicular.

En vista de la poca importancia y al desconocimiento que se les da a los problemas de congestión vehicular, que se pueden observar en las horas pico de las principales vías de la ciudad de Tarija. Es necesario poner en conocimiento sobre la importancia de los estudios de impacto vial, para el análisis, evaluación del tráfico vehicular en los principales accesos en obras construidas en la ciudad.

En la ciudad se dio un crecimiento acelerado del parque automotor y la construcción de edificios públicos como privados sin un control que nos permita saber la influencia de estos últimos en el tráfico vehicular.

Es así que, debido a este problema, se tiene la necesidad de plantear un modelo metodológico de cómo realizar un estudio de impacto vial y ponerlo en práctica con la realización de dos estudios en el nuevo colegio Santa Ana y el coliseo Guadalquivir, que nos servirán de referencia para plantear los puntos más demandantes de lo puede llevar la realización de un proyecto que genera una determinada cantidad de viajes y a la propuesta de soluciones,

El presente estudio de impacto vial nos ayudará a analizar y evaluar el tráfico actual y a futuro plantear soluciones para mitigar el tráfico vehicular en los accesos al complejo deportivo y al colegio. Con la presente investigación se pone en conocimiento de la relevancia en cuanto a los estudios de impacto vial en proyectos que concentren una cantidad considerable de personas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1 Situación problemática

Para entender los problemas de la congestión vehicular que se están presentando en la ciudad de Tarija es necesario identificar una de las principales causas ocasionadas por la falta de estudios que nos cuantifiquen el impacto de construcciones nuevas sean públicas o privadas en el movimiento y la demanda de tráfico en la zona donde serán construidas.

En nuestro municipio contamos con normas existentes que nos marcan un sentido para la regulación y control del tema del tráfico en este aspecto, pero carecemos de una reglamentación que nos indique como debe ser la elaboración de estudios de impacto vial, documentos obligatorios que deberían ser presentados al momento de presentar nuevos proyectos de construcción.

En esta coyuntura es donde se ven reflejados los problemas más visibles y perceptibles en la acumulación excesiva de automóviles en lugares donde no existían estos mismos ocasionados por la generación de viajes que producen nuevas estructuras aspectos que no fueron considerados en el diseño y planificación del mismo.

1.2.2 Problema

¿De qué manera un Estudio de Impacto Vial puede ayudar a reordenar y mitigar problemas presentes y futuros de tráfico en lugares donde se plantean realizar nuevas construcciones públicas o privadas?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE APLICACIÓN

Con el crecimiento poblacional y parque automotor de la ciudad pudimos observar las consecuencias que ocasionan la falta de planificación y cumplimiento de normas vigentes

en el sistema de tráfico y así mismo la complejidad estructural de la red vehicular urbana nos muestra los serios problemas que ocasionan al llevar a cabo construcciones públicas y privadas en lugares sin antes haber realizado un estudio donde nos muestre la generación de viajes generada por las nuevas construcciones y así evitar futuros problemas de tráfico que dificulten la circulación en la zona.

Basados en la ley municipal nº 117 LEY DE MOVILIDAD URBANA Y TRANSPORTE

Articula 26 podemos tomar conciencia de la importancia de los estudios de impacto vial, y la necesidad de una reglamentación que nos sirva como prevención y sustento en un análisis de identificación de impactos viales negativos que potencialmente puede generar determinada obra civil que densifica la población.

El siguiente proyecto de grado estará orientado a proponer una metodología referida a los que son los estudios de impacto vial para nuestra ciudad, tomando en cuenta que en nuestra alcaldía de nuestra ciudad no cuenta con una propia, para minimizar los

impactos que genera las obras nuevas construidas en la movilidad y circulación en las zonas. y que es de gran necesidad para el ordenamiento y descongestionamiento vial ocasionado por nuevas construcciones ya sean públicas o privadas.

1.4 OBJETIVOS DE PROYECTO DE APLICACIÓN

1.4.1 Objetivo general.

Aplicar una metodología para elaborar Estudios de Impacto Vial (EIV) en el colegio Santa Ana y el coliseo Guadalquivir basada en normativas vigentes que servirá como base para la elaboración de una guía técnica para la secretaria de movilidad urbana del municipio de Tarija.

1.4.2 Objetivos específicos.

- a) Proporcionar una definición de un estudio de impacto vial y destacar su importancia en el proceso de planeación y diseño de la construcción de desarrollos en un sitio en específico.
- b) Analizar y procesar los resultados obtenidos identificando las posibles soluciones que se pueden plantear para disminuir la congestión vehicular
- c) Explicar la teoría del tráfico vehicular, capacidad del tránsito, capacidad vial de intersecciones y niveles de servicio de intersecciones.
- d) Detallar las redes aledañas del proyecto en cuestión, incluyendo su clasificación funcional, características geométricas, dispositivos de control de tráfico existentes, volúmenes de tráfico actual, entre otros.
- e) Identificar los diferentes factores que afecten el nivel de servicio de las intersecciones principales a analizar en el modelo planteado.
- f) Formular soluciones ingenieriles, económicas y eficientes para disminuir la congestión vehicular hallada en el modelo planteado.

1.5 HIPÓTESIS

Si se implementan los estudios de impacto vial nos servirá como prevención y sustento en un análisis de tráfico realizado para conocer los futuros problemas y soluciones de nuevas construcciones en determinadas zonas.

1.6 OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLES.

1.6.1 Variable independiente

Infraestructura Nueva (Generador de desarrollo)

1.6.2 Variable dependiente

Volumen de tráfico

Medidas de mitigación

1.7 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACION.

Se empleó el método hipotético – deductivo ya que se observó el fenómeno a estudiar en las intersecciones seleccionadas y se crearon hipótesis las cuales fueron verificadas y comprobadas en el transcurso de la investigación.

Componentes.

1.7.1 Unidades de estudio y decisión maestra.

Las unidades de estudio de muestreo para este proyecto serán los parámetros de tráfico que nos definen como afecta una nueva infraestructura al tráfico de su entorno inmediato

1.7.2 Unidades de estudio

Las unidades de estudio a ser calculadas en el siguiente estudio son:

1.7.2.1 Volúmenes de tránsito

El volumen del tránsito es el número de unidades, cualquiera que sea el tipo de vehículo, peatones etc. que pasa por el punto previamente escogido de un tiempo especificado

1.7.2.2 Capacidad de tránsito

“La capacidad del tránsito de un sistema de transporte se mide por la cantidad de carga o el número de pasajeros que puede transportar por hora o por día entre dos puntos. está en función de la capacidad del vehículo, la velocidad y el número de vehículos que pasa en un tramo de vía

1.7.2.3 Población

La población a ser objeto de estudio serán las nuevas infraestructuras a construirse en la ciudad en especial las que sean de gran magnitud y puedan generar un aumento considerable en el tráfico de la zona.

1.7.2.4 Muestra.

Como muestra en este trabajo consideramos las intersecciones más influyentes en el tráfico cercano de estas dos construcciones en la ciudad, donde se realizarán las mediciones correspondientes.

1.8 MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.

1.8.1 Definición, selección y/o elaboración de los métodos y técnicas en función del objeto y los objetivos.

Para este proyecto la investigación cuantitativa nos permitirá unificar y analizar los datos numéricos sobre variables previamente determinadas. Estudiando la relación entre los elementos que han sido cuantificados y facilita la interpretación de los resultados.

Este tipo de investigación construirá una relación entre los elementos numéricos y los objetivos que se pretenden cumplir mediante un modelo lineal o exponencial.

Está basada en la recopilación y en el análisis de los datos que fueron obtenidos, por medio de la aplicación de instrumentos investigativos.

1.8.2 Descripción de los instrumentos para la obtención de datos.

1.8.2.1 Datos de la geometría:

Se pueden tomar de planos existentes del área de estudio, pero es recomendable, para tener mejor precisión sobre la situación real, hacer un levantamiento en campo. Asimismo, se recomienda elaborar un croquis de la zona de estudio, en él deben dibujar las vías de tránsito, su ancho, uso, divisiones, pendientes longitudinales de las vías en los accesos de las intersecciones, ubicación de paradas de transporte público, espacio de estacionamientos, distancia entre intersecciones y longitudes de almacenamiento de los canales de giro. Cabe mencionar, que también es conveniente tener un registro fotográfico de las zonas de interés. Antes de la construcción del nuevo proyecto o desarrollo.

1.8.2.2 Procedimientos de aplicación. Preparación previa para la aplicación de instrumentos, Requisitos y condiciones para la aplicación.

Instrumentos que se necesitan para elaborar el estudio de impacto vial.

- a) Materiales de escritorio
- b) Equipo de gabinete para tabular los datos obtenidos
- c) Planillas de registro de aforos correspondiente para poder llenar todos los datos.

1.8.2.3 Procedimientos de aplicación.

Ilustración 1.1 Procedimiento estudio impacto vial



Fuente: Guía técnica estudio impacto vial- la paz 2017

1.8.3 Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.

Después de haber recolectado todos los datos obtenidos y haber realizado los cálculos e identificación de niveles de servicio y capacidad de nuestras intersecciones procederemos a realizar la comparación de datos con nuestras proyecciones de 5 a 10 años para observar si afectara la calidad y el servicio de tráfico en nuestras vías a ser estudiadas

1.9 TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

1.9.1 Variación de las estadísticas

Las variaciones que se presentan en las características de la generación de viajes para usos de suelo específicos son reflejadas en tasas por categoría, desviación estándar y en el valor de coeficiente de determinación (R).

Tabla 1.1 Comparación datos

Generador o desarrollo	Variable independiente
Residencias	Tipo de residencia, número de unidades de vivienda, número de personas o superficie de terreno ocupada.
Industrias y oficinas	Área de construcción bruta, superficie de terreno ocupada.
Restaurantes	Área de construcción bruta o superficie de terreno ocupada.
Bancos	Área de construcción bruta o empleados.
Parques o instalaciones recreacionales	Superficie de terreno ocupada o empleos para algunos tipos.
Hospitales	Empleos, camas o área de construcción.
Centros educativos	Empleos o estudiantes.
Bases militares	Personal militar y empleos civiles o total de empleos.
Estadios	Puestos, lugares o asistentes.
Gasolineras	Número de bombas
Iglesias	Área de construcción bruta o superficie de terreno ocupada.

Fuente: Guía técnica estudio impacto vial- la paz

1.10 ALCANCE DEL ESTUDIO DE APLICACIÓN

El presente proyecto tiene como alcance el poder proponer y desarrollar una metodología que servirá como guía para realizar un estudio de impacto vial, basados en normas y guías técnicas aprobadas a nivel nacional e internacional, en dos obras con importancia estratégica para la ciudad de Tarija.

Las estructuras mencionadas son el coliseo Guadalquivir Basquetbol y el colegio Santa Ana obras donde se procederá a realizar un análisis de tráfico que comprende la toma de aforos vehiculares, cálculo de nivel de servicio, tiempos de retardo y proyección a futuro

comprobando estos mismos datos y resultados mediante el uso de un software de modelación de tráfico.

La delimitación del estudio comprende en realizar un reconocimiento de las dos zonas de estudio y establecer un radio de estudio de 50 a 100 metros alrededor de las estructuras para analizar las intersecciones más influyentes y las secundarias que también nos ayudaran a comprender el tráfico en la zona.

También se busca realizar una proyección de tráfico buscando el año límite que ocasionara el cambio desfavorable de niveles de servicio en las dos zonas y comprobar estos mismos datos mediante una simulación de tráfico.

Por medio de estos resultados se pueden proponer soluciones ingenieriles aplicables a los problemas que se puedan desarrollar en las vías congestionadas con tráficos futuros según las características de las estructuras mencionadas como la colocación de señalización y el análisis de si fuera necesario o no la instalación de semáforos en la zona.

El estudio no se aplica al comportamiento de barrios aledaños ni cruces con avenidas principales, limitándose al área de estudio a los puntos más críticos respecto a las estructuras construidas en los puntos de intersecciones establecidas anteriormente.

CAPÍTULO II
ESTUDIO TEÓRICO IMPACTO VIAL

CAPÍTULO II

ESTUDIO TEÓRICO IMPACTO VIAL

2.1.1 BASES LEGALES SOBRE ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL

Para realizar un estudio de impacto vial existen diferentes referencias como ordenanzas municipales son los siguientes:

Basados en la ley municipal n° 117 LEY DE MOVILIDAD URBANA Y TRANSPORTE

Articula 26:

- I. El estudio de impacto vial, tiene naturaleza prospectiva y finalidad preventiva, se sustenta en un análisis de identificación de impactos viales negativos que potencialmente puede generar determinada obra civil que densifica la población.
- II. El estudio debe proponer medidas para minimizar los impactos que genera la obra en la movilidad de la zona.
- III. La secretaria Municipal de Movilidad Urbana revisará y aprobará, si corresponde, el referido estudio y las medidas propuestas, dicha aprobación será requisito para la ejecución de obras.
- IV. Las obras civiles sujetas a este estudio y el contenido y los procedimientos de tramitación del instrumento serán reglamentadas por el órgano ejecutivo Municipal

2.1.2 IMPACTO VIAL

A manera de introducción, es relevante mencionar una reflexión de Jean-Marc Offner, la cual, nos hará ver en qué punto de la evolución del pensamiento sobre el transporte y la movilidad urbana nos encontramos. En un principio, se tuvo como prioridad centrar todos los esfuerzos en crear redes de transporte, redes arteriales viarias y redes de sistemas colectivos que cuenten con infraestructura fija, y después se tuvo como objetivo principal la planificación de los viajes, que, desde el punto de vista económico, se basó en los patrones de demanda. Ahora, se está priorizando la gestión de la demanda regulando el uso de los sistemas existentes, y así intervenir en el comportamiento social beneficiando a la ciudad y sus habitantes.

2.1.3 DEFINICIÓN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Para dar una definición clara y precisa se presentarán algunas definiciones dadas por distintas autoridades en el tema.

El instituto de ingenieros de transporte (ite, por sus siglas en inglés) en su manual “Traffic access and impact studies for site development” (ITE transportation planning council, 2010), menciona que:

“Los estudios de impacto vial (EIV) están destinados para determinar la necesidad de introducir mejoras en el sistema de transporte adyacentes y cercanas con el fin de mantener un nivel de servicio satisfactorio, un aceptable nivel de seguridad y las disposiciones de acceso necesarias para un desarrollo propuesto”.

Esta definición que aporta el ITE resalta los aspectos más importantes que finalmente se busca al realizar este estudio.

La siguiente definición es proporcionada por The new south Wales road and traffic authority² en el documento titulado “Guide to traffic generating developments” en su versión 2,2, y menciona que:

“Un estudio de impacto vial es una evaluación técnica simplificada de las implicaciones de tráfico y de seguridad relacionados con un desarrollo específico”.

Por último, de acuerdo a las definiciones anteriores se unifica el concepto diciendo que: El estudio de impacto vial es un estudio fundamental de la ingeniería de tránsito que determina los impactos potenciales que se generarán sobre la red vial, a causa de la construcción y operación de un nuevo desarrollo, asimismo, evalúa las posibles medidas de mitigación en caso de ser necesarias.

2.1.4 IMPORTANCIA DE UN ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Durante el proceso de planeación de un nuevo proyecto o desarrollo de magnitud relevante, se toman a consideración aspectos tales como: el tiempo en que deberá culminarse la obra, los posibles retrasos que pueden presentarse durante la etapa constructiva, así como el abastecimiento de los materiales, la mano de obra, etc. Aspectos que son discernidos en la mayoría de los proyectos, pero se tiene otro hecho importante que debiera ser analizado, esto es el impacto negativo que se tendrá en las zonas aledañas al nuevo proyecto principalmente en el tránsito, puesto que, el sistema vial considerando hasta ese momento “estable”, puede ser severamente afectado haciéndose así “inestable”.

Es entonces cuando se reconoce la importancia de llevar a cabo un estudio de impacto vial en la etapa de pre inversión donde se realiza el planeamiento de lo que será la

construcción del proyecto, ya que mucho de lo que aporta será para ayudar a evitar tal “inestabilidad” a corto y a largo plazo. Su importancia radica en que:

- a) Provee suficiente información que permite evaluar la magnitud del impacto vial a causa de la propuesta de un nuevo desarrollo y con ello determinar su aprobación.
- b) Determina las condiciones actuales y futuras del tránsito, sin el desarrollo y las condiciones futuras con el desarrollo establecido.
- c) Estima el tránsito que podría ser generado tras el nuevo desarrollo.
- d) Funge como una base sólida en la toma de decisiones, para evitar que aquellas decisiones carentes de sustento propicien problemas de congestión y mejoramientos innecesarios en el sistema vial.

Los aspectos que destacan considerablemente la importancia de un estudio de impacto vial, es que este proporciona:

Descripción documental y gráfica del nuevo proyecto.

Identificación y descripción de la red vial afectada.

Evaluación del funcionamiento actual de la red vial en términos del nivel de servicio.

Estimación de las demandas generadas por la construcción y operación del inmueble.

Evaluación del funcionamiento futuro de la red vial bajo la situación generada por las demandas futuras referidas en el punto anterior.

Descripción de las medidas para evitar, mitigar y/o corregir los potenciales efectos viales generados.

2.1.5 VIDA FUNCIONAL DE UN ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

De acuerdo a un gran número de empresas de diferentes países, dedicadas a la elaboración de estudios de impacto vial y a sus respectivas dependencias encargadas de la supervisión de sus trabajos, se puede considerar que:

La vida funcional de los estudios de impacto vial tentativamente se encuentra entre 2 y 5 años (dependiendo de la importancia y dimensión del desarrollo), posterior a ello, se requerirá de una actualización del estudio debido a que, los datos que posee ya serán considerados irrelevantes y por ende obsoletos.

Su fundamento está en que, el sistema vial se encuentra en continuo crecimiento de forma parecida que la población por lo que, cuando es emitido y realizado el estudio, los

datos, características y comportamiento de dicho sistema no serán las mismas que se tengan después de un lapso de tiempo relevante.

2.1.6 REQUISITO PARA LOS ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL

La necesidad de efectuar un estudio de impacto vial se basa en diversos criterios. Puede ser por el requerimiento de municipales o proyectos privados que se soliciten estudios de impacto vial cuando se cumplen los siguientes tipos de factores:

Cuando el desarrollo o proyecto en cuestión genera un número de viajes determinado durante la hora de máxima demanda o durante el día.

Cuando el desarrollo en cuestión tiene un área o un número de viviendas determinadas.

Cuando el desarrollo es construido en una zona sensible (con problemas de congestión).

Los proyectos de edificación deberán realizar estudios de impacto vial si por lo menos cumplen unas de las tres condiciones que serán explicadas.

Condición 1

Por normativa de algunas instituciones municipales y como una práctica recomendada en Estados Unidos, se sugiere que se haga un estudio de impacto vial cuando el desarrollo propuesto genere más de 100 viajes durante la hora de máxima demanda del desarrollo o la hora de máxima demanda de la red vial alrededor del desarrollo.

La generación de viajes del proyecto deberá ser estimada acorde a manuales de generación de tráfico o estudios realizados para proyectos con características y condiciones similares. La generación de tráfico durante la hora pico deberá ser técnicamente justificada y expresada en número de viajes totales con sus correspondientes porcentajes de entrada y salida.

Tabla 2.1 Valores sugeridos para estudios de impacto vial

Guía	Valor Límite
Necesidad de estudio	Valores o guías locales basadas en generación de viajes, tamaño de desarrollos y características del área. Condiciones locales. en lugar de cualquier valor local, se sugiere que desarrollos que generen 100 viajes nuevos durante la hora pico de las vías Adyacentes o del desarrollo.

Determinación de área a estudiar	Todos los accesos del sitio; vías adyacentes, intersecciones mayores adyacentes, más la primera intersección semaforizada en cualquier dirección del sitio a una distancia determinada localmente. áreas adicionales pueden estudiarse de acuerdo al tamaño del desarrollo y condiciones, políticas locales.
----------------------------------	--

Fuente: Vela f. Sistemas de impacto y análisis en el transporte 2008.

Condición 2:

El proyecto provee más de 250 espacios de estacionamiento.

Condición 3:

La proporción de volumen-capacidad (V/C) durante la hora pico del segmento vial al cual conecta el proyecto es mayor a 0,80.

El valor de V/C es el resultado de la división del volumen vehicular existente durante la hora pico del segmento vial al cual conecta el proyecto sobre la capacidad vehicular del mismo. Si el valor V/C es mayor a 0,8 esto indica condiciones de saturación vehicular por lo tanto sin importar la magnitud del proyecto su impacto será crítico y por lo tanto un estudio de impacto vial es necesario. La capacidad de la vía será justificada en base a las características geométricas de la vía y su entorno, técnicamente justificadas utilizando el manual de capacidad de carreteras (Highway Capacity Manual 2010 o versión más reciente).

2.1.7 ALCANCES DEL ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Para iniciar un estudio de impacto vial se tendrá que definir los problemas y necesidades de la situación particular. Las siguientes preguntas deberán de formularse para establecer e identificar la magnitud de los alcances y el nivel de detalle para el estudio en proceso.

¿Qué tan grande debe ser el área de estudio?

¿Cuál deberá ser el área de influencia del desarrollo?

¿Son necesarios los conteos de tránsito? ¿Qué días deben de llevarse a cabo?

¿Cómo deben considerarse los desarrollos vecinos al desarrollo en estudio?

¿Deben tomarse en cuenta estudios de transporte existentes del área?

¿Qué método de distribución y asignación de tránsito debe de usarse?

¿Qué intersección y sección de vías deben analizarse?

¿Qué metodología de análisis de capacidad debe utilizarse? ¿Cuántas iteraciones son necesarias?

¿Qué mejoras den tomarse en cuenta?

En general, el contenido y alcance del estudio dependerá de la localización y tamaño del desarrollo propuesto.

2.1.8 CATEGORÍA DE UN ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Se procede a mostrar una categorización de los mismos, aclarando que, no es común tener clasificados los estudios por categorías, generalmente lo han empleado así países de América como EUA y Canadá y algunos países del resto de los continentes, con el argumento de que se ahorra tiempo y dinero, por el hecho de que el área que va a ser analizada, está en función de la categoría del estudio, es decir, no se trabaja más de lo requerido.

Categoría 1: Se considera que tienen impactos menores o mínimos en el tránsito. (Menos de 500 viajes generados en la hora de máxima demanda).

Categoría 2: Son aquellos desarrollos que su presencia provocará impactos en el tránsito que no resultan ser menores. (Entre 500 y 1000 viajes generados en la hora de máxima demanda).

Categoría 3: Aquellos desarrollos que generan impactos significativos en el tránsito y que puede extenderse más allá del área afectada. (Entre 1000 y 2000 viajes generados en la hora de máxima demanda).

Categoría 4: Son aquellos desarrollos que provocarán impactos regionales en el sistema vial, extendiéndose por mucho más de su área de limitación. El estudio será muy amplio, puede implicar una serie de proyectos que se desarrollan por separado en la misma área general. (Más de 2000 viajes generados en la hora de máxima demanda).

2.1.9 DATOS DE RED VIAL PARA LOS ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL

Entre estos datos se destacan los datos geométricos, datos de volúmenes de tránsito, capacidad y niveles de servicio de las intersecciones, accesibilidad a las propiedades adyacentes, facilidades de transporte público que sirven la zona y estadísticas de accidentes de tránsito, entre otras características.

2.1.10 DATOS DE LA GEOMETRÍA:

Se pueden tomar de planos existentes del área de estudio, pero es recomendable, para tener mejor precisión sobre la situación real, hacer un levantamiento en campo. Asimismo, se recomienda elaborar un croquis de la zona de estudio, en él deben dibujar las vías de tránsito, su ancho, uso, divisiones, pendientes longitudinales de las vías en los

accesos de las intersecciones, ubicación de paradas de transporte público, espacio de estacionamientos, distancia entre intersecciones. Cabe mencionar, que también es conveniente tener un registro fotográfico de las zonas de interés antes de la construcción del nuevo proyecto o desarrollo.

2.1.11 COMPONENTES DE UNA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA

Para las componentes de infraestructura vial urbana se tienen diferentes tipos de perfiles viales urbanos, las cuales conforman la infraestructura vial urbana.

Calzada o superficie de rodamiento: Es la parte de la vía destinada a la circulación de vehículos y eventualmente al cruce de peatones.

Cruce a nivel: Área común de intersección entre una vía y una línea de ferrocarril (Paso a nivel).

Derecho de paso: Prerrogativa de un peatón o conductor de un vehículo para proseguir su marcha en precedencia a otro peatón o vehículo.

Intersección: Área común de calzadas que se cruzan o convergen.

Paso peatonal: Parte de la calzada destinada para el cruce de peatones. (Cruce peatonal).

Peatón: Persona que circula caminando por una vía pública.

Semáforo: Dispositivo operado eléctricamente mediante el cual se regula la circulación de vehículos y peatones por medio de luces de color rojo, ámbar o amarilla y verde.

Rojo: Indica detención. Los vehículos que enfrenten esta señal deben detenerse antes de la línea de parada o antes de entrar a la intersección y no deben avanzar hasta que aparezca la luz verde.

Verde: Indica paso. Los vehículos que enfrenten el semáforo vehicular deben avanzar en el mismo sentido o girar a la derecha o a la izquierda, salvo que en dicho lugar se prohíba alguno de estos giros, mediante una señal.

Ámbar o Amarillo intermitente: Indica precaución. Los vehículos que enfrenten esta señal, deben llegar a velocidad reducida y continuar con la debida precaución.

Tránsito: Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación).

Vehículo: Artefacto de libre operación que sirve para transportar personas o bienes por una vía.

Vía urbana: Vía dentro del ámbito urbano, destinada a la circulación de vehículos y peatones y eventualmente de animales.

Avenida: Vía vehicular de tres o más sendas de circulación, en uno o dos sentidos de tránsito, preferentemente con vías de servicio laterales para acceso a las propiedades.

Calle: Es una vía pública en un área urbana entre límites de propiedad, con o sin acera, destinada al tránsito de peatones y/o vehículos.

Pasaje: Sendero o pasaje peatonal, vetado al paso de vehículos, con excepción de ambulancias, carros de bomberos y policiales.

Pavimento: Estructura construida sobre la sub-rasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: sub-base, base y rodadura.

Pavimento flexible: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivo.

Pavimento rígido: Constituido por cementos Portland como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo.

Estacionamiento: Superficie pavimentada, con o sin techo, destinada exclusivamente al parqueo de vehículos.

2.1.12 ESTUDIO DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA UN EIV

2.1.12.1 Fundamentos de la Generación de Viajes

Concepto de variable independiente: Según (Moran, 2017): De acuerdo al manual del Trip Generation Manual (ITE, 2012) para un estudio de generación de viajes, la variable independiente es definida como una unidad física, medible y predecible que describe el sitio o el generador de viaje, por ejemplo: área del piso, número de empleados, número de parqueos. El Trip Generation Manual sugiere para cada uso de suelo la variable independiente que debe de usarse para el estudio.

2.1.12.2 Generación de viajes

Prosiguiendo con el desarrollo del estudio, se encuentra uno de los pasos que suele ser crítico de los estudios de impacto vial esto es, la estimación de la cantidad de tránsito que producirá el desarrollo propuesto objeto de estudio. El motivo por el cual se le califica como un paso crítico, es por el hecho de que en nuestro país no se cuenta con un registro

de datos sobre este tipo de información, como si lo poseen otros países como Estados Unidos y Canadá, cuyas fuentes bibliográficas datan de los años 60, obtenidas de varias agencias gubernamentales locales, firmas de consultoría de ingeniería, ingenieros de transporte y universidades. La información fue recopilada inicialmente en localizaciones suburbanas con pequeños servicios de transporte colectivo, y se ha extendido a generadores dentro y fuera de un área metropolitana para determinar las diferencias que se producen debido a la localización, por lo que es importante establecer para áreas específicas de análisis qué condiciones urbanas poseen, ya que los índices pueden requerir ajustes de acuerdo con la ubicación de las mismas.

(Molinero & Sánchez, 2016)

2.1.12.3 Uso del suelo

Será esencial que se consulte el tipo de uso de suelo que le corresponde a la zona o lugar donde se va a proyectar el desarrollo con la finalidad de revisar que “se puede” llevar a cabo en el sitio ya que, el uso de suelo determina las actividades de los predios. En la ciudad de Tarija se identifican principalmente los siguientes usos de suelo:

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| a) Uso habitacional | d) Industrial |
| b) Comercial | e) Áreas verdes |
| c) De servicios | f) Agrícola, pecuario y forestal |

Al conformarse áreas homogéneas en la predeterminación de los usos del suelo, se desarrolló el concepto de zonificación, el cual se refiere al ordenamiento de los elementos y actividades urbanas o regionales por sectores parciales o zonas, en función de sus características similares y con el fin de lograr mayor eficacia en su utilización y funcionalidad dentro de la estructura urbana.

La zonificación se integra por la zonificación primaria y la zonificación secundaria, la primera se refiere a la división general de todo el territorio, de acuerdo a los tipos de uso, y la segunda a los usos específicos para cada zona de la ciudad.

2.1.12.4 Polos generadores de viaje

Una definición acerca de los polos generadores según la red Iberoamericana de PGV's es la siguiente: “Son locales o instalaciones de distinta naturaleza que tienen en común el desarrollo de actividades de porte y escala capaces de ejercer gran atracción de población, producir un contingente significativo de viajes, necesitar de grandes espacios para estacionamientos, carga y descarga de mercancías, embarque y desembarque de

personas, promoviendo, en consecuencia, impactos potenciales. Los centros comerciales, hipermercados, hospitales, universidades, estadios, terminales de mercancías y de transporte público, así como las áreas protegidas de tráfico de pasaje con múltiples instalaciones productoras de viajes son algunos tipos de PGV's.

Tabla 2.2 Conceptos de polos generadores de viajes

Fuente	Conceptos
CET-SP (1983)	Desarrollos de gran porte que atraen o producen un gran número de viajes, generando consecuencias negativas en la circulación de su entorno inmediato, pudiendo perjudicar la accesibilidad de toda una región, o agravar las condiciones de seguridad de vehículos y peatones. también, edificaciones o instalaciones que ejercen un gran atractivo sobre la población mediante la oferta de bienes o servicios, generando un elevado número de viajes con substanciales interferencias en el tráfico del entorno y la necesidad de grandes espacios para estacionamiento, o carga y descarga.
Denatran (2001)	Desarrollos de gran porte que atraen o producen un gran número de viajes, causando reflejos negativos en la circulación de su entorno inmediato, y en algunos casos, perjudicando la accesibilidad de toda una región, pudiendo agravar las condiciones de seguridad de Vehículos y peatones.
Portugal e Goldner (2003)	Locales o instalaciones de distinta naturaleza que desarrollan actividades de porte y escala capaces de producir un contingente significativo de viajes.

Fuente: “Red de polos generadores de viajes”, 2018

2.1.13 VARIABLES FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO VEHICULAR

Según (Cal, Mayor y Cárdenas, 2007) las características fundamentales del flujo vehicular, son representadas en sus tres variables principales: el flujo, el volumen y la concentración. Mediante la deducción de relaciones entre ellas se puede determinar las características de la corriente de tránsito y así predecir las consecuencias de diferentes opciones de operación o de proyecto. Los conocimientos de estas tres variables son importantes, ya que estas indican la calidad o nivel de servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial.

Tasa de flujo o flujo (q) y volumen (Q): La tasa de flujo “ q ”, es la frecuencia en la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. La tasa de flujo es el número de vehículos “ N ”, que pasan durante un intervalo de tiempo específico “ T ”, inferior a una hora, expresada en vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s). Sin embargo, la tasa de flujo “ q ”, también puede ser expresada en vehículos por hora (veh/h), teniendo cuidado de su interpretación, pues no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa o volumen horario “ Q ”. La tasa de flujo “ q ”, se calcula con la siguiente expresión:

$$q = \frac{N}{T} \quad (1)$$

Donde:

q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Veh. /Periodo)

N = Número total de vehículos que pasan (Veh.)

T = Periodo determinado (Unidad de tiempo)

$$K = \frac{N}{d} \quad (2)$$

Donde:

K = Concentración o Densidad (Veh/km)

d = Distancia (km)

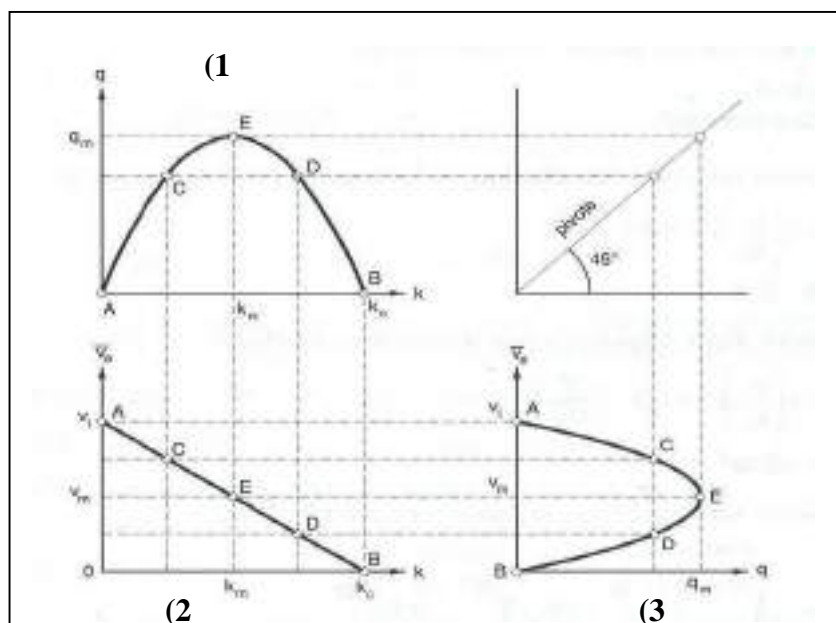
N = Vehículos que ocupan una longitud específica (Veh.)

Los anteriores conceptos y relaciones fundamentales, constituyen el punto de partida para analizar aún más las características del flujo vehicular a través de sus tres variables principales: flujo (q), velocidad (v) y densidad (k), relacionadas mediante la ecuación fundamental del flujo vehicular que se presenta a continuación:

$$q = v k \quad (3)$$

En la Figura 2.1, se presenta la relación entre las tres variables que describe el comportamiento real de una vía vehicular.

Ilustración 2.1 Diagramas fundamentales de flujo vehicular



Fuente: Ingeniería de tránsito, Rafael cal, Mayor Reyes y james cárdenas, 2007.

Velocidad – Concentración: La relación entre ambos componentes es lineal. Se describe que, a mayor concentración, es decir, mayor número de vehículos en una vía menor es la velocidad y viceversa.

Volumen – Concentración: La relación que existe entre ambos componentes tiene una función parabólica de la densidad. En esta relación un incremento adicional en la concentración, reducirá al flujo, el cual será cero cuando la concentración es igual al embotellamiento.

Velocidad – Flujo: La relación entre ambos componentes es parabólica. Se puede observar que medida que el flujo “q” aumenta, desde el punto “A” a velocidad a flujo libre, la velocidad “v” progresivamente disminuye.

2.1.14 CAPACIDAD DE TRÁNSITO

Según (HCM, 2010) se define, en general a la capacidad de tránsito de una vía al máximo número de personas o vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar un perfil transversal o tramo uniforme de un carril o calzada durante un periodo definido de tiempo bajo las condiciones prevalecientes de la plataforma, el tráfico y los sistemas de control.

Según (HCM, 2010) el periodo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que ese es el intervalo más corto para el que se puede presentar una circulación estable.

La capacidad en las intersecciones señalizadas se basa en el concepto de flujo de saturación y tasa de flujo de saturación. La capacidad de un grupo de carriles determinado puede establecerse como se muestra en la ecuación 4:

$$C_i = S_i \frac{g_i}{C} \quad (4)$$

Dónde:

C_i = Capacidad del grupo de carril i (veh / h)

S_i = Tasa de flujo de saturación para el grupo de carril i (veh / h)

g_i = Tiempo verde efectivo para el grupo de carril i (s)

C = Longitud del ciclo de semáforo.

g_i / C = Relación verde efectiva para el grupo de carriles i.

Relación v/c

La relación de velocidad de flujo a capacidad (v/c), a menudo llamada relación de volumen a capacidad, recibe el símbolo X en el análisis de intersección. Por lo general, se lo conoce como grado de saturación. Para un grupo de carriles dado i, X_i se calcula usando la ecuación 5.

$$X_i = \left(\frac{v}{c}\right)_i = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C}\right)} = \frac{v_i * C}{s_i * g_i} \quad (5)$$

Dónde:

X_i = (v / c) i = Razón para el grupo de carril i,

V_i = Tasa de flujo de demanda real o proyectada para el grupo de carril i (veh / h)

S_i = Tasa de flujo de saturación para el grupo de carril i (veh / h),

g_i = Tiempo verde efectivo para el grupo de carril i (s), y

C = Longitud (es) del ciclo.

Determinación del retraso

Los valores derivados de los cálculos de retardo representan el retraso de control promedio experimentado por todos los vehículos que llegan en el período de análisis, incluidos los retrasos incurridos más allá del período de análisis cuando el grupo de carril está sobresaturado.

El promedio de demora de control por vehículo para un grupo de carril dado viene dado por la ecuación 6.

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (6)$$

Dónde

d = Retraso de control por vehículo (s/veh)

d_1 = Retardo de control uniforme asumiendo llegadas uniformes (s/veh)

PF = Factor de ajuste de progresión de retardo uniforme.

d_2 = Retardo incremental para tener en cuenta el efecto de llegadas aleatorias (s/veh)

d_3 = Retraso inicial de la cola, que representa el retraso de todos los vehículos en el período de análisis debido a la cola inicial al inicio del período de análisis (s/veh)

Factor de ajuste de progresión

La buena progresión de la señal dará como resultado una alta proporción de vehículos que lleguen en verde. La progresión pobre de la señal dará como resultado una baja proporción de vehículos que lleguen en verde. El factor de ajuste de progresión, PF, se aplica a todos los grupos de carriles coordinados, incluidos el control prefijado y los grupos de carriles no activados en sistemas de control semiactivos. El valor de PF puede determinarse usando la Ecuación 7.

$$PF = \frac{(1-P) * f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)} \quad (7)$$

Dónde:

PF = Factor de ajuste de progresión,

P = Proporción de vehículos que llegan en verde,

g/C = Proporción de tiempo verde disponible, y

f_{PA} = Factor de ajuste suplementario para el pelotón que llega durante el verde.

Retraso uniforme

La ecuación 8 da una estimación de la demora suponiendo llegadas uniformes, flujo estable y ninguna cola inicial. Se basa en el primer término de la formulación de demora de Webster y es ampliamente aceptado como una descripción precisa de la demora para el caso idealizado de llegadas uniformes. Tenga en cuenta que los valores de X más allá de 1.0 no se utilizan en el cálculo de d_1 .

$$d_1 = \frac{0.5C*(1-\frac{g}{c})^2}{1 - [\min(1, X) * \frac{g}{c}]} \quad (8)$$

Dónde:

d_1 = Retardo de control uniforme asumiendo llegadas uniformes (s/veh)

C = Longitud de ciclo; longitud de ciclo empleada en semáforos con controladores

g = Tiempo verde efectivo para grupo de carril (s), utilizado en semáforos.

X = Relación v/c o grado de saturación para el grupo de carriles

Retraso incremental

La ecuación 9 se usa para estimar el retraso incremental debido a llegadas no uniformes y fallas cíclicas temporales (retardo aleatorio) así como a la demora causada por períodos prolongados de sobresaturación (retardo de sobresaturación). El término de retardo incremental es válido para todos los valores de X , incluidos los carriles sobresaturados.

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right] \quad (9)$$

Dónde:

d_2 = Retardo incremental para tener en cuenta el efecto de las colas aleatorias (s/veh)

T = Duración del período de análisis (h)

k = Factor de retardo incremental que depende de la configuración del controlador

I = Factor de ajuste de filtrado / medición aguas arriba

c = Capacidad del grupo de carriles (veh/h)

X = Relación v / c del grupo de carriles o grado de saturación.

Retraso de cola inicial

Cuando una cola residual de un período de tiempo anterior causa una cola inicial al comienzo del período de análisis (T), los vehículos que llegan en el período experimentan un retraso adicional ya que la cola inicial debe despejar primero la intersección.

Este procedimiento también se extiende para analizar el retraso en múltiples períodos de tiempo, cada uno con una duración T , en el que una demanda no satisfecha puede ser transportada de un período a otro. Si este no es el caso, se usa un valor de cero para d_3 .

La demora de cola inicial d_3 se podrá calcular mediante la ecuación 10.

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1+u)t}{cT} \quad (10)$$

Dónde:

Q_b = Cola inicial al inicio del período T (veh)

c = Capacidad ajustada del grupo de carriles (veh/h)

T = Duración del período de análisis (h)

t = Duración de la demanda no satisfecha en T (h)

u = Parámetro de retraso.

Intersecciones no semaforizadas

Las intersecciones sin semáforos constituyen la inmensa mayoría de las intersecciones a nivel de cualquier sistema viario. En este caso se estudiará las intersecciones de parada total.

Características de las intersecciones de parada total (AWSC)

Las intersecciones de parada total (AWSC) requieren que cada vehículo se detenga en la intersección antes de continuar. Como cada conductor debe detenerse, el juicio sobre si se debe avanzar hacia la intersección es una función de las condiciones del tráfico en los otros enfoques. Si no hay tráfico presente en los otros accesos, un conductor puede proceder inmediatamente después de que se realiza la parada. Si hay tráfico en uno o más de los otros enfoques, el conductor procede solo después de determinar que no hay vehículos actualmente en la intersección y que es el turno del conductor para proceder.

Flujo en intersecciones de parada total (AWSC)

Las observaciones de campo indican que las intersecciones de parada total (AWSC) operan en un patrón de dos fases o de cuatro fases, basándose principalmente en la complejidad de la geometría de intersección.

Si el tráfico está presente solo en el enfoque del sujeto, los vehículos salen tan rápido como los conductores individuales pueden acelerar y despejar con seguridad la intersección.

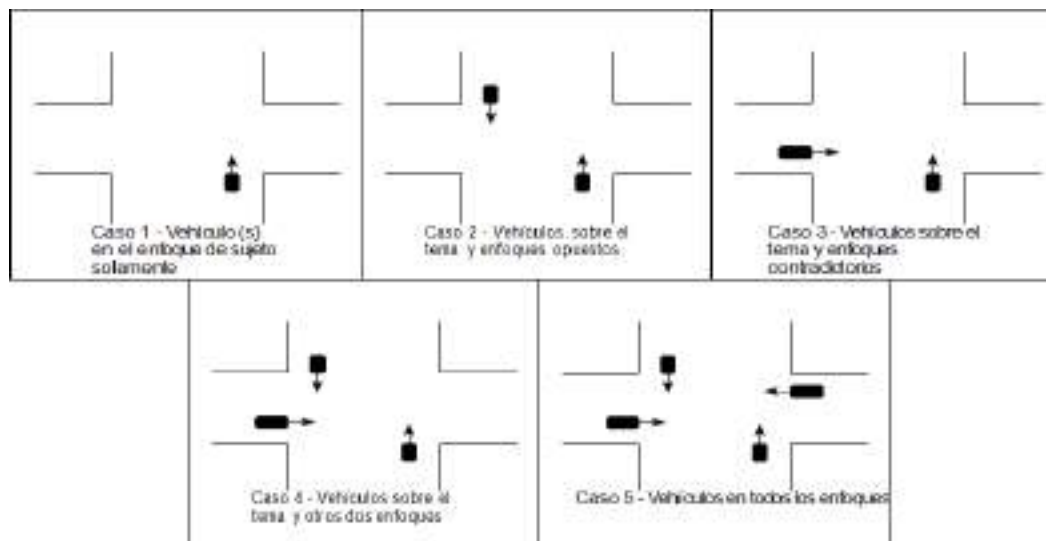
Si el tráfico está presente en los otros enfoques, así como en el enfoque sujeto, el avance de saturación en el enfoque sujeto aumentará un poco.

En el caso 2, se introduce cierta incertidumbre con un vehículo en el enfoque opuesto

En el caso 3, los vehículos en uno de los enfoques conflictivos restringen aún más la tasa de salida de vehículos en el enfoque sujeto

Ilustración 2.2 Casos de análisis de intersecciones de parada total

En el caso 4, dos vehículos están esperando enfoques opuestos o conflictivos. Cuando todos los enfoques tienen vehículos como en el caso 5, los avances de saturación son incluso más largos que en los otros casos.



Fuente: Hcm 2000

Metodología de las intersecciones de parada total

Los criterios para las intersecciones de parada total (AWSC) tienen diferentes valores de umbral que los de las intersecciones señalizadas principalmente porque los conductores esperan diferentes niveles de rendimiento de distintos tipos de instalaciones de transporte. La expectativa es que una intersección señalizada esté diseñada para transportar mayores volúmenes de tráfico que una intersección de parada total (AWSC).

Tabla 2.3 Criterios de nivel de servicio para intersecciones awsc

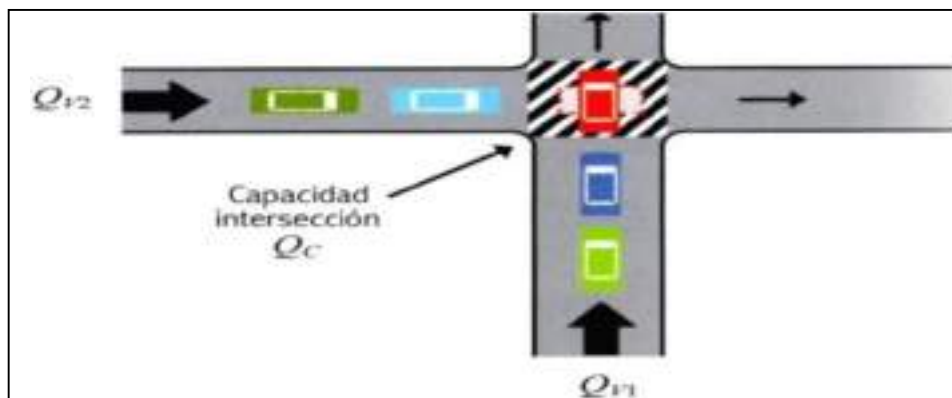
Nivel de servicio	Retardo de control (s / veh)
A	0-10
B	>10-15
C	>15-25
D	>25-35
E	>35-50
F	>50

Fuente: Hcm 2000

2.1.15 CAPACIDAD VIAL EN INTERSECCIONES

Una intersección es el área común entre dos o más vías que se cruzan una intersección es un lugar donde la circulación es parcial o totalmente interrumpida, en forma alternada (semáforos) con señales preventivas (Pare o ceda el paso).

Ilustración 2.3 Circulación vial interrumpida por una intersección



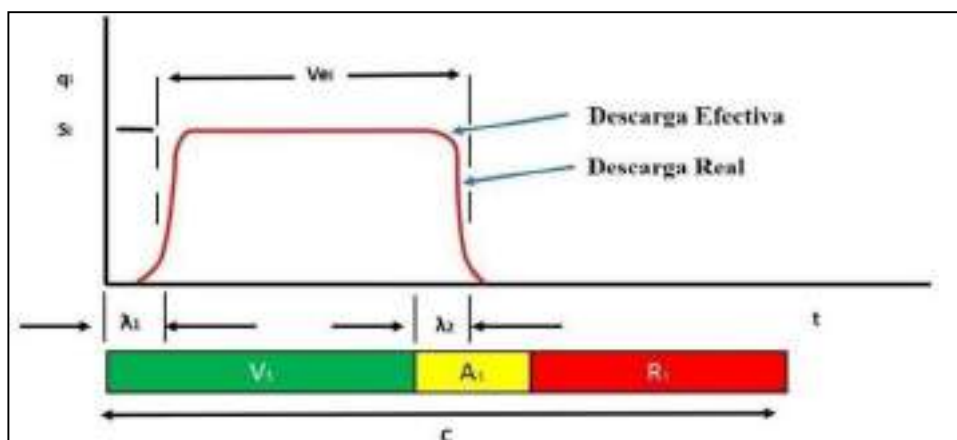
Fuente: P. arias & v. Valdiviezo, “elementos de la teoría del tráfico vehicular” 2014.

Se ejemplifica que en una intersección solo puede ser ocupada por un número determinado de vehículos a la vez que está regulado por un semáforo y/o señal preventiva. Además, el número de carros que ingresen a la intersección también es regulado por la presencia de los peatones.

2.1.16 CAPACIDAD VIAL EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADA

El funcionamiento de una intersección regulada con semáforo consiste en dar prioridad absoluta a cada acceso durante un lapso de tiempo que se repite cíclicamente durante un periodo “C” (ciclo de Semáforo), como es representado en la Figura 2.4.

Ilustración 2.4 Diagrama de longitud del ciclo semáforo



Fuente: Pinto c. “elementos de la teoría del tráfico vehicular”, 2016

Donde:

V_i = Verde presentado al acceso i A_i = Amarillo del acceso i

R_i = Rojo presentado al acceso i C = Ciclo Semafórico

λ_1 = Pérdida Inicial λ_2 = Ganancia Final

V_{ei} = Verde efectivo del acceso i

r_{ei} = Rojo efectivo del acceso i

U_i = Razón de verde efectivo del acceso i

S_i = Flujo de Saturación del acceso i

La Figura 2.4, explica el comportamiento real de en una vía o intersección semaforizada. Cuando el semáforo da verde hay una pérdida inicial (λ_1) por parte de la reacción y acción del primer conductor que se encuentra en el inicio de la línea de la intersección para poder salir. Luego de esta transición toda la cola se moviliza y empieza la descarga del acceso, cuando aparece la luz de ámbar, algunos conductores aceleran para poder pasar la intersección antes que de la luz roja.

2.1.17 DETERMINACIÓN DE LA TASA DE FLUJO

El flujo de saturación es un parámetro importante en el cálculo de capacidades en intersecciones reguladas con semáforo, se usa para la modelación del tráfico en redes viales. Existen dos tipos de flujo:

Flujo de saturación real (S): máxima tasa de descarga de una cola, compuesta por cualquier tipo de vehículo que hace cualquier tipo de vehículo que hace cualquier movimiento en la intersección se mide en (veh/h – carril) o (veh/h).

Flujo de saturación básico (S_b): máxima tasa de descarga durante el verde de una cola compuesta solo por automóviles que siguen directo en la intersección. (1800 Veh livianos/h verde – carril). El flujo de saturación real, se calcula por cada carril de cada acceso de una vía o intersección con la siguiente ecuación:

El índice de flujo de saturación es el flujo en vehículos por hora que puede ser acomodado por el grupo de carril suponiendo que la fase verde se mostró el 100 % del tiempo (es decir, $g/C = 1,0$).

$$S = S_0 * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb} \quad (11)$$

Dónde:

S = Índice de flujo de saturación para el grupo de carril sujeto de carril (veh/h)

S_0 = Tasa de flujo de saturación base por carril (veh/h/carril);

N = Número de carriles en el grupo de carriles

f_W = Factor de ajuste para el ancho del carril

f_{HV} = Factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico

f_g = Factor de ajuste para el grado de aproximación

f_p = Factor de ajuste para la existencia de un carril de estacionamiento al grupo de carril

f_{bb} = Factor de ajuste para el efecto de bloqueo de los autobuses locales que se detienen

f_a = Factor de ajuste para el tipo de área

f_{LU} = Factor de ajuste para la utilización del carril

f_{LT} = Factor de ajuste para giros a la izquierda en el grupo de carriles

f_{RT} = Factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles

f_{Lpb} = Factor de ajuste peatonal para los movimientos de giro a la izquierda

f_{Rpb} = Factor de ajuste peatonal-bicicleta para los movimientos de giro a la derecha.

El HCM recomienda un valor por defecto para la tasa de flujo de saturación ideal (carriles de 3,6 m, pendiente de 0%, mismo tipo de vehículos, sin estacionamientos ni giros, etc.) de 1900 vehículos livianos por hora por carril (veh/h/carril).

Ajuste para el ancho del carril (f_W)

El factor de ajuste del ancho de carril, explica el impacto negativo de carriles estrechos en la velocidad de flujo de saturación y permite un mayor caudal en carriles anchos. Los anchos de carril estándar son de 3,6 m

Ajuste para vehículos pesados y grado (f_{HV})

El factor de vehículos pesados representa el espacio adicional ocupado por estos vehículos y la diferencia en las capacidades operativas de los vehículos pesados en comparación con los automóviles de pasajeros. El equivalente del automóvil de pasajeros utilizado para cada vehículo pesado es de unidades de 2,0 pasajeros y se refleja en la fórmula.

Ajuste para el grado de aproximación (f_g)

El factor de grado explica el efecto de las calificaciones en el funcionamiento de todos los vehículos.

Ajuste para el estacionamiento (f_p)

El factor de ajuste de estacionamiento, explica el efecto de fricción de un carril de estacionamiento en el flujo en un grupo de carril adyacente, así como también el bloqueo ocasional de un carril adyacente por vehículos que entran y salen de espacios de estacionamiento. Se supone que cada maniobra (ya sea dentro o fuera) bloquea el tráfico en el carril al lado de la maniobra de estacionamiento durante un promedio de 18 s.

Ajuste para bloqueo de bus (f_{bb})

El factor de ajuste del bloqueo del autobús, explica los impactos de los autobuses de tránsito locales que detienen la descarga o recogen pasajeros en una parada de autobús lateral o lateral lejano a 75 m de la línea de parada. Este factor solo se debe usar cuando los autobuses bloqueen el flujo de tráfico en el grupo de carril del sujeto. Si existen más de 250 autobuses por hora, se debe usar un límite práctico de 250.

Ajuste por tipo de área (f_a)

El factor de ajuste del tipo de área, explica la ineficiencia relativa de las intersecciones en los distritos comerciales en comparación con las de otros lugares.

El uso de este factor debe determinarse caso por caso. Este factor no se limita a las áreas designadas del distrito comercial central, ni será necesario usarlo para todas las áreas del distrito comercial central. En cambio, este factor debe usarse en áreas donde el diseño geométrico y los flujos de tráfico o peatones, o ambos, son tales que los avances del vehículo se incrementan significativamente hasta el punto donde la capacidad de la intersección se ve afectada negativamente.

Ajuste para la utilización del carril (f_{LU})

El factor de ajuste de utilización del carril, explica la distribución desigual del tráfico entre los carriles en un grupo de carriles con más de un carril. El factor proporciona un ajuste al índice de flujo de saturación base. El factor de ajuste se basa en el flujo en el carril con el volumen más alto.

Ajuste para giro a la derecha (f_{RT})

Los factores de ajuste de giro a la derecha, están destinados principalmente a reflejar el efecto de la geometría. Se usa un factor de bloqueo de peatones y bicicletas para reflejar el volumen de peatones y bicicletas que usan el cruce de peatones en conflicto.

El factor de giro a la derecha es 1,0 si el grupo de carril no incluye ningún giro a la derecha.

Ajuste para giros a la izquierda (f_{Lpb})

El factor de ajuste de giro a la izquierda, se basa en variables similares a las del factor de ajuste de giro a la derecha.

Si los giros a la izquierda están hechos de carriles exclusivos o compartidos.

Tipo de eliminación gradual (protegido, permitido o protegido más permitido)

Proporción de vehículos que giran a la izquierda utilizando un grupo de carril compartido

Flujo opuesto cuando se permiten giros a la izquierda. f_{Lpb}

2.1.18 NIVELES DE SERVICIO VEHICULAR

El (HCM, 2010) denomina al nivel de servicio como “una medida de calidad que describe las condiciones de funcionamiento dentro de un flujo de tráfico, por lo general en términos de medidas de servicios tales como la velocidad, el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, y la comodidad y conveniencia”.

El HCM 2010, establece seis niveles de servicio identificados por las letras A, B, C, D, E y F, donde al nivel de servicio “A” se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel “F” se alcanza el flujo forzado que refleja el uso pleno de la capacidad de vía.

Nivel de servicio A; Representa las condiciones de flujo libre. Los usuarios son prácticamente insensibles a la presencia de los otros usuarios en el flujo del tráfico. Existe una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

Ilustración 2.5 Nivel de servicio A



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas – icg, 2005.

Nivel de servicio B: La presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libre de maniobrar.

Ilustración 2.6 Nivel de servicio B



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas - icg, 2005.

Nivel de servicio C: Las velocidades son cercanas al flujo libre, pero las libertades de maniobrar son restringidas por los otros usuarios. El nivel general de comodidad y conveniencia disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico como un incidente pueden generar colas y demoras significativas.

Ilustración 2.7 Nivel de servicio C



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas - icg, 2005

Nivel de servicio D: Las condiciones de velocidades empiezan a disminuir con el aumento del flujo vehicular. La libertad de maniobrar es más limitada y los conductores experimentan reducciones en el bienestar físico y psicológico. Los incidentes pueden generar largas colas debido al crecimiento de la densidad.

Ilustración 2.8 Nivel de servicio D



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas - icg, 2005.

Nivel de servicio E: Las condiciones de servicio son cercanas a la capacidad de la vía. La capacidad de maniobrar es muy limitada y los usuarios experimentan malestares físico y psicológico considerablemente.

Ilustración 2.9 Nivel de servicio E



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas - icg, 2005

Nivel de servicio F: Describe la ruptura del flujo vehicular. Se forman grandes colas donde la tasa de entrada de vehículos es mayor a la salida. Estos problemas se producen en los puntos de incidencia dentro y fuera de las rampas. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades en estas condiciones, y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

Ilustración 2.10 Nivel de servicio F

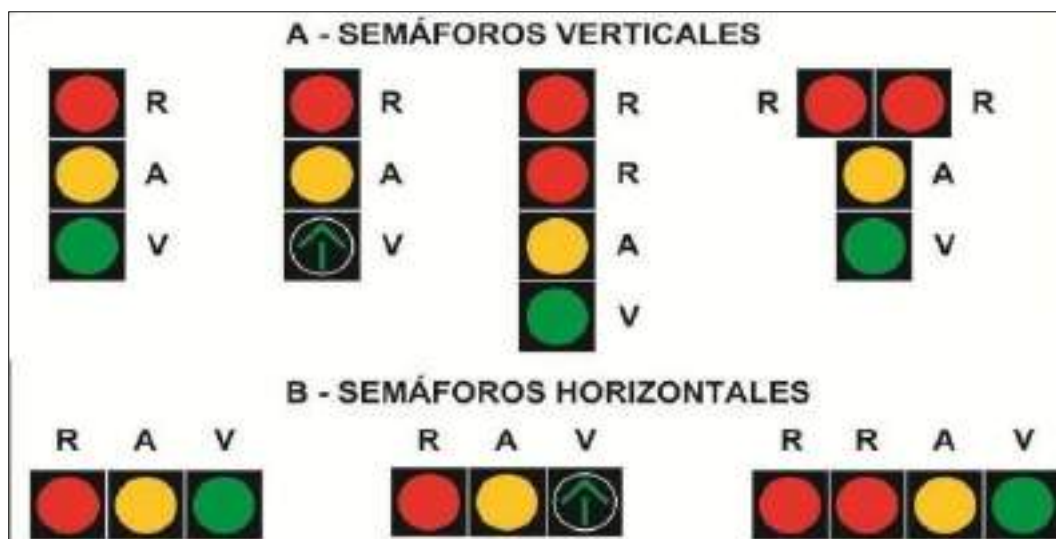


Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas - icg, 2005.

2.1.19 NIVELES DE SERVICIO EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS

Según (Pinto, 2016) las intersecciones que tienen un volumen de tránsito medio o alto requieren ser reguladas mediante un dispositivo de control como lo es un semáforo. Dependiendo el tipo de vía, zona y volumen se elige el tipo de semáforo adecuado como son los semáforos vehiculares, peatonales, etc. Los semáforos son sincronizados mediante una programación individual o grupal mediante una central computarizada. Existen cuatro tipos de sincronización de semáforos como son: simultánea – onda verde, alterna, progresiva limitada y progresiva flexible.

Ilustración 2.11 Tipos de semáforos respecto a su posición estándar



Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito para calles y carreteras, 2016.

En la siguiente Ilustración 2.12, se presentan, se muestran los 6 niveles de servicio según el tiempo de demora promedio (seg.)

Ilustración 2.12 Criterios nivel de servicio en intersecciones

Level of Service	Control Delay (s/veh)
A	0-10
B	> 10-15
C	> 15-25
D	> 25-35
E	> 35-50
F	> 50

Fuente: Hcm 2010

El Highway Capacity Manual 2010 describe tres tipos de demora, las cuales son:

- a) Demora de viaje: La diferencia entre el tiempo que un vehículo toma para pasar la intersección y recuperar su velocidad original y el tiempo que le hubiera tomado si no hubiera reducido su velocidad.
- b) Demora en pare: Tiempo en el que el vehículo ha estado parado mientras estuvo en cola. Normalmente esto es a una velocidad de 5 km/h o menos.
- c) Demora de cola inicial: Estimación del retardo de la cola inicial por vehículo (en segundos) cuando una cola está presente al comienzo del periodo de análisis.

2.1.20 ÁREA DE ESTUDIO

Se definirá el área de análisis que abarcará el estudio, la cual deberá ser aquella que sea susceptible a los posibles impactos en las vialidades o elementos de la infraestructura vial consecuentes de la operación de un nuevo desarrollo. Generalmente, la determinación del área de estudio depende del tipo y tamaño del desarrollo, así como de las condiciones que prevalezcan en los alrededores.

Para seleccionar el área de estudio se deberán ubicar las vialidades e intersecciones más próximas al predio del desarrollo, las que posteriormente serán estudiadas, aunque de momento no se tenga el conocimiento de cuales de estas sean intransitables durante la hora de máxima demanda a lo largo del día.

En la elaboración de un estudio de impacto vial (EIV), es necesario reconocer y establecer el tipo de edificaciones y el uso del suelo que tienen las zonas aledañas al proyecto, ya que, dependiendo de ello se considera si son puntos que generan zonas de

atracciones de los usuarios, si es así esto generará viajes, lo cual conlleva al aumento del flujo de vehículos.

Por este mismo tipo de estudio se encuentran varias categorías dando un trato especial a diferentes tipos de infraestructuras ya que cada una tiene una particularidad diferente y un diferente uso del tráfico.

Comercial: Incidiendo en el área central y diseminado por toda la trama; esto refleja el carácter esencial de una ciudad totalmente dependiente.

Área educativa: Se esparce como un comercio más, surgiendo de acuerdo a las ofertas del mercado y sin espacios asignados que garanticen su seguridad y protección.

Área industrial o manufacturera: Es dispersa y de poca magnitud, a veces se combina con el área residencial generando zonas improvisadas de viviendas- taller no diseñadas para tal uso.

Centros de salud: No garantizan cobertura, estando ausentes en áreas periféricas y peri-urbanas.

Equipamientos Deportivos: Se limita a canchas deportivas providencialmente diseminadas.

Ausencia de áreas verdes. Áreas de aporte abandonadas y sin tratamiento. Centralidad del área institucional y escasez de espacios cívicos.

2.1.21 SELECCIÓN DEL AÑO HORIZONTE DE ESTUDIO

El año horizonte de estudio es el año futuro para el cual se realizarán los respectivos análisis para conocer cómo influye en el tránsito vehicular la existencia de un nuevo desarrollo, en sí, el objetivo de definir un horizonte es el limitar hasta qué momento se analizarán los aspectos operativos del sistema vial en un futuro según sea el caso del desarrollo que se presente. La determinación del horizonte de análisis está directamente relacionada con ciertos aspectos en específico, principalmente los siguientes:

- a) La apertura o inauguración del desarrollo.
- b) Desarrollo en fases.
- c) Mejoras o modificaciones relevantes en el sistema vial.
- d) Cambios en el uso de suelo.

2.1.22 INVENTARIO GEOMÉTRICO

Consiste, generalmente, en obtener el dimensionamiento de los elementos viales y propiedades aledañas ubicadas en lo que corresponde al área de estudio. A fin de

cumplir con este apartado se deberá proporcionar e identificar lo siguiente:

La tabla 2.4 muestra los valores por defecto para los parámetros de entrada en ausencia de datos locales. Así también se debe estimar el flujo de saturación de intersección, se requieren datos de ajuste de flujo de saturación adicionales.

Tabla 2.4 Datos requeridos para intersecciones

Datos requeridos para las intersecciones señaladas	
	Predefinido
Datos geométricos	
Carriles de vuelta exclusivos	-
Datos de demanda	
Intersección girando movimientos	-
PHF	0,92
Duración del período de análisis	0,25 h
Datos de intersección	
Tipo de control	-
Ciclo	-
Tiempo perdido	-
g/C	-
Tipo de llegada (AT)	3 descoordinado, 4 coordinado
Tiempo de extensión de unidad (UE)	3,0 s
Factor de ajuste de control accionado (k)	0,40 (planificación)
Factor de ajuste de filtrado ascendente (I)	1,00
Tasa de flujo de saturación ajustada	-
Datos de flujo de saturación	
Tasa de flujo de saturación de base	1700 pc / h / ln
Anchos de carril	3,6 m
Vehículos pesados	2%
Grados	0%
Maniobras de estacionamiento	-
Autobús local	-
Peatones	-
Tipo de área	-
Utilización del carril	-

Fuente: Hcm 2000

2.1.23 HORA PICO

El factor de hora pico (FHP), se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de quince minutos dentro de dicha hora

pico. Para condiciones congestionadas 0,92 y para flujo uniforme a lo largo de la hora pico 0,88 es una estimación razonable de PHF.

Ilustración 2.13 Horas pico de acuerdo al tipo de suelo

USO DE SUELO	PROCEDIMIENTO ^a	SENTIDO
Residencial	7:00 – 9:00 a.m. Días Hábiles 4:00 – 6:00 p.m. Días Hábiles	Entrante Saliente
Comercial	5:00 – 6:00 p.m. Días Hábiles 12:30 – 1:30 p.m. Sábado 2:30 – 3:30 p.m. Domingo	Total ^b Entrante Saliente
Oficinas	7:00 – 9:00 a.m. Días Hábiles 4:00 – 6:00 p.m. Días Hábiles	Entrante Saliente
Industrial	Varía con el sistema de turnos laborales de la industria.	-----
Recreativo	Varía con el tipo de actividad.	-----

Fuente: Departamento de análisis de tráfico ITE

2.1.24 AFORO VEHICULAR

Los volúmenes de tránsito vehicular pueden ser obtenidos de dos maneras: a partir de la consulta de datos históricos existentes o del registro directo en el área de estudio. La primera opción resulta menos costosa en términos de tiempo y dinero, sin embargo, su viabilidad reside en que los datos procedan de fuentes confiables, obtenidas hasta con un año de antigüedad y cuando se conocen las tendencias de crecimiento del tránsito con cierta exactitud, hecho que trae consigo cierta incertidumbre sobre todo cuando tal información carece de sustento.

La segunda opción a pesar de ser menos económica y más laboriosa, es la que presenta los mejores resultados, puesto que los datos provienen de información levantada directamente in situ, en el momento de interés y bajo las condiciones requeridas. De acuerdo a las mejores prácticas para la elaboración del estudio, su experiencia indica que deben llevarse a cabo los aforos en todas las intersecciones semaforizadas que integren el área de estudio y las intersecciones no semaforizadas de gran importancia.

Tras detallar la relevancia del tema en curso, es fundamental que el desarrollador o proyectista considere los siguientes lineamientos y provea la información solicitada:

Como información básica se debe proporcionar:

- a) El nombre de la intersección aforada o su respectiva identificación.
- b) La fecha de aforo.
- c) La hora, lapso o duración del aforo.

- d) Bajo qué condiciones climatológicas se realizó el aforo.
- e) Nivel de congestión notado durante el aforo.
- f) Nombre del aforador y del supervisor del aforo.
- g) La clasificación vehicular considerada.
- h) Los resultados del aforo.

El período de análisis típico es 15 minutos, sin embargo, si la demanda crea una cola residual para el período de análisis de 15 minutos (es decir, v/c mayor que 1,00), el analista debe considerar el uso de periodos de análisis múltiples o un periodo de análisis más largo para mejorar la estimación del retraso.

Ilustración 2.14 Modelo de planilla de aforo vehicular

NOMBRE:		REGIONES DE INFLUENCIA CLASIFICACIÓN				FECHA DE REALIZACIÓN:	
VIA DE CALIDAD:						FECHA INICIO:	
IDENTIFICACION:						FECHA FIN:	
CATEGORIA DE CLASIFICACION:						ESTACION:	
1	OTRO						
2	OTRO						
3	OTRO						
4	OTRO						
5	OTRO						
6	OTRO						
7	OTRO						
8	OTRO						
9	OTRO						
10	OTRO						
11	OTRO						
12	OTRO						
13	OTRO						
14	OTRO						
15	OTRO						
16	OTRO						
17	OTRO						
18	OTRO						
19	OTRO						
20	OTRO						

Fuente: Guía de impacto vial La Paz (2017)

2.1.25 MÉTODOS DE PROYECCIÓN

Existen diversas metodologías que tratan sobre la estimación de la proyección del tránsito, cada una tiene su uso apropiado y están basadas en datos que pueden estar disponibles o que sean generados como parte del estudio. Se destacan por su relevancia, uso y sugerencia de las mejores prácticas en estudio de impacto vial, tres métodos de estimación:

- a) Método de crecimiento, basado en la consideración de otros desarrollos en específico aprobados en el área de estudio.
- b) Método basado en planes integrales de transporte o de volúmenes planificados.
- c) Método de tendencias o tasas de crecimiento.

Estos métodos deben de ser revisados cuidadosamente por el responsable de elaborar el estudio, con el objeto de optar por el más adecuado al caso que se presente.

Estimación de poblaciones futuras con el método aritmético

Este método consiste en agregar a la población del último censo un número fijo de habitantes para cada período en el futuro.

En esencia este método de estimación de poblaciones futuras se corresponde con una línea recta, en el que la pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último período de censos realizado.

Crecimiento aritmético

$$V_f = V_i \cdot \left(1 + \frac{i \cdot t}{100}\right) \quad (12)$$

Crecimiento geométrico

$$V_f = V_i \cdot \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t \quad (13)$$

Dónde:

V_f = Vehículos finales

V_i = Vehículos iniciales

i= Índice de crecimiento (%)

t= Periodo de diseño (años)

2.1.26 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES FUTURAS Y USO DE SOFTWARE

El propósito del análisis de las condiciones futuras para el sitio de desarrollo es determinar los impactos que tienen los viajes generados por el desarrollo en el funcionamiento del sistema vial adyacente para este medio se utilizan diversos tipos de software para mejorar y optimizar el tiempo de los estudios (Vissim, Synchro, Transyt). La importancia de los impactos es determinada de acuerdo al porcentaje de tránsito generado por el desarrollo en un segmento de vía adyacente durante la hora pico en relación con el máximo nivel de servicio los para esa calle.

En esta sección se describe las técnicas analíticas a utilizar para interpretar los hallazgos, conclusiones y recomendaciones, con el objetivo de tener un entendimiento más claro de

la relación entre el desarrollo y las mejoras necesarias para asegurar en servicio de operación adecuado.

Los análisis de capacidad deberán llevarse a cabo en cada intersección y calle principal en el área de estudio. Otros factores que se deben tomar en cuenta, son:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| a) Seguridad. | f) Movimientos peatonales y de |
| b) Patrones de circulación. | ciclistas. |
| c) Necesidad de control de tránsito. | g) Servicio de carga y descarga dentro |
| d) Impactos en vecindarios. | del desarrollo. |
| e) Parque dentro del desarrollo. | |

2.1.27 ANÁLISIS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación necesariamente deben incluirse en el análisis del estudio de impacto vial. Los impactos que genera un desarrollo pueden ser eliminados o reducidos a un nivel de insignificancia, lo que se busca es que la red vial como tal, opere en condiciones óptimas o favorables de servicio, preferentemente entre un nivel de servicio A y C. En otras palabras, se requieren mejoras en las carreteras y/o intersecciones, principalmente, bajo lasiguiente condición:

Si los movimientos específicos en un segmento de carretera y/o intersección que se espera que operen en un nivel de servicio C o mejor y tengan una relación v/c menor que 1 para el año horizonte contemplando la integración del desarrollo, operan en un nivel de servicio D o peor y una relación v/c próxima, igual o mayor a 1.

Pero si el número de vehículos / usuarios que experimentan un inaceptable nivel de servicio/calidad de servicio, es muy bajo, la mitigación puede no ser justificada.

Para este mismo tipo de cálculos y demás a ser observados se emplea un software que permita mejorar los tiempos de trabajo y dar nuevas opciones de solución que muchas veces no pueden ser empleadas por temas de tiempo.

Generalmente las medidas que se toman para evitar conflictos en la red vial y para que esta opere en un nivel de servicio aceptable, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- | | |
|---|--|
| a) Mejoras mayores que modifiquen la red vial regional. | c) Mejoras específicas de ingreso al desarrollo. |
| b) Mejoras locales adyacentes al desarrollo. | d) Mejoras no físicas u operacionales |

2.1.28 RESULTADOS

Se entrega la información que ha resultado tras los análisis de las condiciones del tránsito en los escenarios de situación actual, futuro (sin contemplar el desarrollo), futuro con la presencia del desarrollo operando como tal y el correspondiente a la integración de las medidas de mitigación, ya sea resumido en formatos de tablas o de diagramas, donde se visualice clara y detalladamente dichos resultados del estudio en sí. De esta manera, el análisis y la comparación de los distintos escenarios atendiendo como principales indicadores la capacidad vial y los niveles de servicio de la infraestructura vial, le permiten al ingeniero llegar a una conclusión acerca de la viabilidad del proyecto ante diversas situaciones, no solo vial, sino también social y económica; y así mismo el ingeniero realizará sus propias recomendaciones.

MARCO REFERENCIAL

2.2.1 GUÍAS, TESIS Y ESTUDIOS REFERENCIALES

Se realizó la recolección de guías, tesis y algunos estudios basados en lo que son las normal viales y de forma más específica en lo que son los estudios de impacto vial.

Guías referenciales

- a) Secretaria de Movilidad Urbana de La Paz - Guía técnica de elaboración de estudio de impacto vial

Guía proporcionada por la secretaria de movilidad urbana de la Paz que explica los pasos para la presentación del documento de estudio de impacto vial

- b) Instituto municipal de planeación de Hermosillo, México - Guía metodológica de estudio de impacto vial

Guía de pasos para la realización de un estudio de impacto vial explicado para la presentación en la municipalidad de Hermosillo.

- c) Secretaria movilidad urbana de Jalisco - Metodología para realizar el estudio de impacto al tránsito integral

Documento base de pasos necesario para la elaboración y presentación de estudio de impacto vial de la obra en construcción.

Tesis y proyectos de grado

- a) Ing. Francisco Guillermo vela - Estudio de impacto vial (marco conceptual) universidad san Carlos de Guatemala

Explicación del contenido de un estudio de impacto vial desde un punto de vista teórico con la forma y desarrollo del mismo.

- b) Jimmy Brian Velasco - Los estudios de impacto vial y el tráfico generado en la ciudad de Lima

Estudio realizado para mostrar la necesidad de los estudios de impacto vial y su beneficio para el ordenamiento del tráfico en ciudades grandes como Lima-Perú

- c) Ing. María Casos Cubillas - Impacto vial de las instituciones educativas tanto las de gestión privada como pública, en el nivel de servicio viario en su zona de influencia. caso: distrito Miraflores Lima

Elaboración de estudio de impacto vial en dos colegios privado como público para analizar la influencia en el tráfico de la zona estudiada.

- d) Cristian Apaza Condori / José vilca Añazgo - Estudio de impacto vial, generado por la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria – Puno

Elaboración de estudio de impacto vial en un estadio para clasificar el tipo de impacto que tendrá en la zona donde será construido.

- e) Jesús Gonzales Miranda - Propuesta de una metodología para la elaboración de estudios de impacto vial (eiv) para la ciudad de México

Presentación de Metodología basada en normas de diferentes países para su puesto en uso en la ciudad de México

- f) Arias moreno, Prissil Estefanía; Valdivieso Peralta, Víctor Manuel - Universidad peruana de ciencias aplicadas (upc) estudio de impacto vial para escuelas en zonas urbanas de Lima metropolitana (2014)

Análisis de la importancia de estudios de impacto vial en escuelas y realización de un estudio como ejemplo de influencia de la construcción de estos en el tráfico.

Estudios técnicos

- a) Estudio de impacto vial proyecto: “Creación del terminal terrestre de pasajeros de transporte interprovincial del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo – la Libertad”

Elaboración de estudio de impacto vial en terminal terrestre con análisis de tráfico y futuras medidas de mitigación en caso de presentarse congestionamiento

- b) Estudio de impacto vial proyecto: “barranco av. José maría Eguren av. san Martín (alta municipalidad del barranco – Lima

Elaboración de estudio de impacto vial en avenida principal de la ciudad y análisis de incidencias en el tráfico.

MARCO NORMATIVO

2.3.1 LEYES Y NORMAS VIGENTES DE REFERENCIA

Como normativa del estudio de impactos viales en la ciudad de Tarija solo tenemos como referencia la ley principal en la que se basó la idea de elaboración de un reglamento técnico para estudios de impactos viales que respalde la respectiva ley.

La LEY MUNICIPAL N°117 “LEY DE MOVILIDAD URBANA Y TRANSPORTE

Artículo 26. (ESTUDIO DE IMPACTO VIAL)

I.- El Estudio de impacto vial, tiene naturaleza prospectiva y finalidad preventiva, se sustenta en un análisis de identificación de impactos viales negativos que potencialmente puede generar determinada obra civil que densifica la población.

II.- el estudio, debe proponer medidas para minimizar los impactos que genera la obra en la movilidad de la zona.

III.- La Secretaria Municipal de Movilidad urbana revisará y aprobará, si corresponde, el referido estudio y las medidas propuestas, dicha aprobación será requisito para la ejecución de obras.

IV.- Las obras civiles sujetas a ese estudio y el contenido y procedimientos de tramitación del instrumento serán reglamentados por el Órgano Ejecutivo Municipal.

V.- La Secretaria Municipal de Movilidad Urbana, podrá sobre la base de los impactos viales identificados por el estudio o por sus propias evacuaciones, demandar adecuaciones en el diseño o compensaciones en especie (en infraestructura) que coadyuven a la reducción de impactos señalados en base a criterios técnicos.

Artículo 27. (PLAN DE ADECUACIÓN DE IMPACTO VIALES)

Al no contar con una guía metodología aprobada en el municipio de Tarija se tomó como norma la “GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL” aprobada por la secretaria ejecutiva municipal de la ciudad de la Paz del 2017

Como norma de apoyo también de utilizo el HCM 2000 Highway Capacity Manual para la obtención de datos que nos ayuden a realizar los cálculos necesarios.

CAPÍTULO III
APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE
ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL

CAPÍTULO III

APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente trabajo de proyecto de grado tiene como uno de sus objetivos trazados el elaborar un Estudio de Impacto vial (EIV) del coliseo deportivo Guadalquivir Basquetbol y el nuevo colegio Santa Ana. El área involucra el estudio de las intersecciones principales a las infraestructuras; entre principales y secundarias aledañas al mismo.

3.2 FASE I: CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

Se deberá presentar documentación básica con referencia a los siguientes aspectos:

Coliseo Guadalquivir Basquetbol

Ilustración 3.1 Coliseo Guadalquivir Basquetbol



Fuente: Elaboración propia

Coliseo de basquetbol construido como parte de un proyecto nacional de apoyo y fomento al deporte y albergar partidos nacionales como internacionales de básquet.

Con una superficie total de 1,5 hectáreas la construcción de este complejo también orientado para organizar torneos con el fin de la atracción de turismo a la región.

Las intersecciones adyacentes cercanas y más alejadas del coliseo no cuentan con semaforización y la señalización tanto vertical como horizontal es muy escasa en la zona.

3.2.1 Especificaciones del complejo deportivo

Ilustración 3.2 Mapa de Tarija



Fuente: Educa.com.bo

Proyecto: Coliseo deportivo Guadalquivir Basquetbol

Ubicación:

Departamento: Tarija

Provincia: Cercado

Distrito: 6

Barrio: Guadalquivir

Ilustración 3.3 Ubicación coliseo Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia

Límites:

Norte: Rotonda mercado Campesino

Sur: Posta Municipal

Este: Av. Panamericana

Oeste: Complejo Megacenter

3.3 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Al hacer un previo reconocimiento de la zona de estudio identificamos que la zona cuenta con varios edificios públicos y privados que aportan como áreas de influencia parte del flujo del tráfico de la zona.

Ilustración 3.4 Áreas de influencia



Fuente: Elaboración propia

3.4 SELECCIÓN DE ZONAS DE ESTUDIO

Las siguientes intersecciones fueron seleccionadas por la saturación de tráfico vehicular que presentan y por su proximidad con las zonas de estudio.

Ilustración 3.5 Ubicación intersecciones coliseo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.1 Ubicación intersecciones coliseo

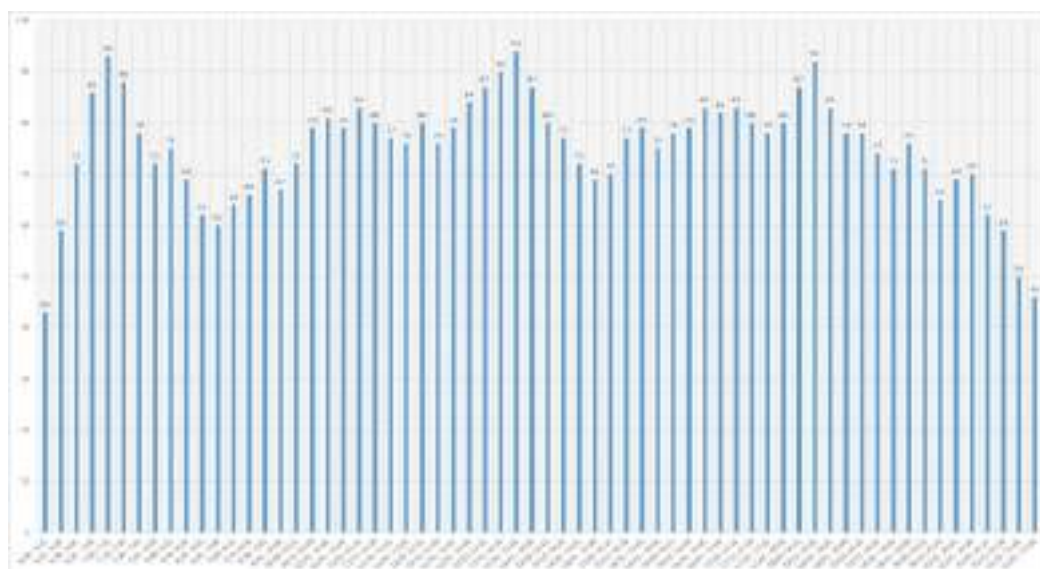
Intersecciones coliseo Guadalquivir	
Intersección	Calle
1	Av. Guadalquivir y Salomón Benítez
2	Av. Guadalquivir y 8 de marzo
3	Av. Integración y 8 de marzo
4	Av. Integración y 27 de mayo
5	Av. Guadalquivir y 27 de mayo
6	Av. Integración y 17 de octubre
7	Av. Guadalquivir y 17 de octubre
8	Virgen del rosario y 17 de octubre
9	Virgen del rosario
10	Av. y Salomón Benítez

Fuente: Elaboración propia

3.4.1 Determinación del horario pico

Ilustración 3.6 Histograma horas pico coliseo Guadalquivir

Av. Guadalquivir y calle 28 de marzo



Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de los horarios pico para este estudio, se prosiguió al aforo vehicular consecutivo en la zona más crítica realizado el 5 de noviembre primera semana del mes de noviembre. Posteriormente con los registros se determinó los horarios pico, cuyos resultados de horarios fueron de 07:00 a 08:00, 13:00 a 14:00 y de 18:00 a 19:00 datos obtenidos desde la segunda semana de noviembre hasta la primera semana de diciembre (9 de noviembre al 5 de diciembre) haciendo el aforo respectivo en dos días hábiles (lunes, miércoles) y un día inhábil (sábado).

Factores de equivalencia para diversos tipos de vehículos

Para el presente trabajo se utilizaron los siguientes factores de equivalencia:

Tabla 3.2 Equivalencia de vehículos

Vehículos livianos	1
Vehículos medianos privados (camionetas-vagonetas)	1,75
Vehículos medianos públicos (micros)	2
Vehículos pesados	2,25

Fuente: Guido Radelat, ingeniería de tránsito

3.4.2 Depuración de datos de volumen de tráfico

En toda muestra estadística que se realice se debe calcular la dispersión de datos es decir entre qué valores máximos y mínimos puede estar comprendido el valor obtenido en los aforos de cada punto y tramo. Para obtener este rango se procede a ordenar todos los datos, encontrar la media aritmética, la desviación estándar y se define el rango de depuración.

Media aritmética

$$X = \sum i^n = 0 \frac{x}{n} \quad (14)$$

Dónde:

X= Media aritmética

x= Valor de observación

n= Número de datos

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\sum i^n = 0 \frac{(x-X^2)}{n}} \quad (15)$$

Dónde:

σ = Desviación estándar

\bar{X} = Media aritmética

x = Valor de observación

n = Número de datos

El rango se define en la siguiente ecuación 19:

$$\begin{aligned} r &= \bar{X} + \sigma \\ r &= \bar{X} - \sigma \end{aligned} \quad (16)$$

Desechando todos los datos que no estén comprendidos entre ese rango

3.5 AFOROS FINALES

Para el análisis de los aforos se dividió el estudio en aforos de semana y fin de semana debido a que el tráfico varía de forma considerable y podría afectar el análisis de los diferentes niveles de servicios que tienen las intersecciones en días.

Tabla 3.3 Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 7:00 - 8:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Av. Guadalquivir	18	271	13	S-N
	Salomón Benítez	19	79	90	E-O
	Av. Guadalquivir	0	116	0	N-S
2	8 de marzo	123	0	87	E-O
	Av. Guadalquivir	0	155	70	N-S
3	8 de marzo	0	190	0	E-O
	Av. Integración	0	110	43	O-E
4	27 de mayo	7	84	13	O-E
5	Av. Guadalquivir	4	15	116	N-S
	27 de mayo	0	98	23	O-E
	Av. Guadalquivir	2	145	18	S-N
6	17 de octubre	22	85	0	O-E
7	Av. Guadalquivir	0	155	116	N-S
	17 de octubre	0	75	54	O-E
	Av. Guadalquivir	0	167	37	S-N
8	Virgen del rosario	0	88	7	E-O
	17 de octubre	0	98	16	O-E
9	Virgen del rosario	0	16	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	20	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 13:00 - 14:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Av. Guadalquivir	16	257	23	S-N
	Salomón Benítez	32	59	80	E-O
	Av. Guadalquivir	0	93	0	N-S
2	8 de marzo	54	0	104	E-O
	Av. Guadalquivir	0	142	87	N-S
3	8 de marzo	0	190	0	E-O
	Av. Integración	0	84	53	O-E
4	27 de mayo	24	77	5	O-E
5	Av. Guadalquivir	12	93	1	N-S
	27 de mayo	0	76	25	O-E
	Av. Guadalquivir	9	119	3	S-N
6	17 de octubre	40	91	0	O-E
7	Av. Guadalquivir	137	107	16	N-S
	17 de octubre	0	109	48	O-E
	Av. Guadalquivir	0	140	32	S-N
8	Virgen del rosario	0	31	21	E-O
	17 de octubre	0	46	28	O-E
9	Virgen del rosario	0	25	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	82	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5 Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 18:00 - 19:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Av. Guadalquivir	30	218	22	S-N
	Salomón Benítez	20	78	94	E-O
	Av. Guadalquivir	0	55	0	N-S
2	8 de marzo	88	61	0	E-O
	Av. Guadalquivir	0	111	107	N-S
3	8 de marzo	0	150	0	E-O
	Av. Integración	0	92	38	O-E
4	27 de mayo	27	44	5	O-E
5	Av. Guadalquivir	3	55	7	N-S
	27 de mayo	0	56	23	O-E
	Av. Guadalquivir	2	86	9	S-N
6	17 de octubre	55	82	0	O-E
7	Av. Guadalquivir	0	124	97	N-S
	17 de octubre	0	69	24	O-E
	Av. Guadalquivir	0	114	27	S-N
8	Virgen del rosario	0	52	15	E-O
	17 de octubre	0	51	18	O-E
9	Virgen del rosario	0	9	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	26	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Para realizar un análisis más específico del comportamiento del tráfico en la zona los aforos realizados en fin de semana también se realizaron tablas con los valores respectivos en los horarios picos correspondientes.

Tabla 3.6 Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 7:00 - 8:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Av. Guadalquivir	10	125	27	S-N
	Salomón Benítez	0	85	45	E-O
	Av. Guadalquivir	0	62	0	N-S
2	8 de marzo	60	0	5	E-O
	Av. Guadalquivir	0	17	6	N-S
3	8 de marzo	0	76	0	E-O
	Av. Integración	0	60	23	O-E
4	27 de mayo	0	46	86	O-E
5	Av. Guadalquivir	10	109	4	N-S
	27 de mayo	0	54	16	O-E
	Av. Guadalquivir	8	60	1	S-N
6	17 de octubre	0	60	48	O-E
7	Av. Guadalquivir	0	54	40	N-S
	17 de octubre	0	60	16	O-E
	Av. Guadalquivir	0	149	21	S-N
8	Virgen del rosario	0	47	8	E-O
	17 de octubre	0	34	13	O-E
9	Virgen del rosario	0	14	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	27	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7 Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 13:00 - 14:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Av. Guadalquivir	10	125	27	S-N
	Salomón Benítez	2	87	40	E-O
	Av. Guadalquivir	0	70	0	N-S
2	8 de marzo	45	0	34	E-O
	Av. Guadalquivir	0	20	0	N-S
3	8 de marzo	0	58	0	E-O
	Av. Integración	0	62	48	O-E
4	27 de mayo	0	76	46	O-E
5	Av. Guadalquivir	14	70	0	N-S
	27 de mayo	0	76	13	O-E
	Av. Guadalquivir	3	3	60	S-N
6	17 de octubre	0	70	48	O-E
7	Av. Guadalquivir	0	27	61	N-S
	17 de octubre	16	71	15	O-E
	Av. Guadalquivir	0	67	27	S-N
8	Virgen del rosario	0	18	11	E-O
	17 de octubre	0	36	18	O-E
9	Virgen del rosario	0	22	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	37	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8: Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 18:00 - 19:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Av. Guadalquivir	3	76	42	S-N
	Salomón Benítez	0	55	19	E-O
	Av. Guadalquivir	0	48	0	N-S
2	8 de marzo	43	0	14	E-O
	Av. Guadalquivir	0	12	4	N-S
3	8 de marzo	0	76	0	E-O
	Av. Integración	0	70	26	O-E
4	27 de mayo	0	47	10	O-E
5	Av. Guadalquivir	1	41	13	N-S
	27 de mayo	0	63	24	O-E
	Av. Guadalquivir	0	51	17	S-N
6	17 de octubre	0	32	77	O-E
7	Av. Guadalquivir	0	76	26	N-S
	17 de octubre	0	74	28	O-E
	Av. Guadalquivir	0	92	20	S-N
8	Virgen del rosario	0	30	9	E-O
	17 de octubre	0	33	20	O-E
9	Virgen del rosario	0	0	13	N-S
10	Salomón Benítez	0	28	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

3.6 RESUMEN DE TIEMPOS DE RETRASO Y NIVELES DE SERVICIO

Tabla 3.9 Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

7:00-8:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de interseccion	N. S
1	Av. Guadalquivir	8,94	A	9,35	A
	Salomon Benitez	9,99	A		
	Av. Guadalquivir	8,37	A		
2	8 de marzo	8,78	A	8,71	A
	Av. Guadalquivir	8,64	A		
3	8 de marzo	7,68	A	7,92	A
	Av. Integracion	8,12	A		
4	27 de mayo	7,31	A	7,31	A
5	Av. Guadalquivir	8,03	A	7,9	A
	27 de mayo	8,2	A		
	Av. Guadalquivir	7,42	A		
6	17 de octubre	7,46	A	7,46	A
7	Av. Guadalquivir	8,33	A	8,73	A
	17 de octubre	8,69	A		
	Av. Guadalquivir	8,94	A		
8	Virgen del rosario	7,45	A	7,46	A
	17 de octubre	7,47	A		
9	Virgen del rosario	6,96	A	6,96	A
10	Salomon Benitez	6,98	A	6,98	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.7 Nivel de servicio coliseo Guadalquivir 7:00 -8:00



Fuente: Elaboración propia

En la zona del coliseo Guadalquivir, de horas 7:00 a 8:00, podemos observar que tiene un nivel de servicio A. debido a la poca circulación de tráfico sin tomar en cuenta el incremento que ocasiona el uso del coliseo. Todas las intersecciones se encuentran despejadas.

Tabla 3.10 Resumen de aforos coliseo Guadalquivir

12:00-13:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	8,85	A	9,13	A
	Salomón Benítez	9,84	A		
	Av. Guadalquivir	8,09	A		
2	8 de marzo	7,84	A	8,14	A
	Av. Guadalquivir	8,34	A		
3	8 de marzo	8,32	A	9,17	A
	Av. Integración	9,66	A		
4	27 de mayo	7,42	A	7,42	A
	Av. Guadalquivir	7,69	A		
5	27 de mayo	7,66	A	7,72	A
	Av. Guadalquivir	7,82	A		
6	17 de octubre	7,62	A	7,62	A
7	Av. Guadalquivir	8,62	A	9,02	A
	17 de octubre	8,52	A		
	Av. Guadalquivir	9,59	A		
8	Virgen del rosario	7,02	A	6,98	A
	17 de octubre	6,93	A		
9	Virgen del rosario	7,00	A	7,00	A
10	Salomón Benítez	7,27	A	7,27	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.8: Nivel de servicio coliseo Guadalquivir 13:00 -14:00



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el análisis del tráfico en la zona del coliseo Guadalquivir, de horas 13:00 a 14:00, podemos observar un aumento leve debido al horario de salida de los trabajadores de la posta municipal pero aun así no tan significativo por lo q mantiene un nivel de servicio A. debido a la circulación de tráfico sin tomar en cuenta el incremento que ocasiona el uso del coliseo. Todas las intersecciones se encuentran transitables.

Tabla 3.11 Nivel de servicio y tiempo de retardo coliseo Guadalquivir

18:00-19:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	8,27	A	8,81	A
	Salomón Benítez	9,38	A		
	Av. Guadalquivir	7,86	A		
2	8 de marzo	8,39	A	8,25	A
	Av. Guadalquivir	8,16	A		
3	8 de marzo	7,48	A	7,66	A
	Av. Integración	7,81	A		
4	27 de mayo	7,28	A	7,28	A
	Av. Guadalquivir	7,40	A		
5	27 de mayo	7,56	A	7,47	A
	Av. Guadalquivir	7,41	A		
6	17 de octubre	7,68	A	7,68	A
7	Av. Guadalquivir	7,92	A	8,09	A
	17 de octubre	7,98	A		
	Av. Guadalquivir	8,23	A		
8	Virgen del rosario	7,10	A	7,10	A
	17 de octubre	7,11	A		
9	Virgen del rosario	6,93	A	6,93	A
10	Salomón Benítez	7,01	A	7,01	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.9 Nivel de servicio coliseo Guadalquivir 18:00 -19:00

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el análisis del tráfico en la zona del coliseo Guadalquivir, de horas 18:00 a 19:00, podemos observar un aumento en las primeras dos intersecciones ocasionados por la afluencia de personas al cine y horario de salida laboral, aunque muy decrecido por los nuevos horarios de trabajo utilizados y el modo de teletrabajo implementado en estas épocas.

Mantiene un nivel de servicio A.

3.6.1 RESUMEN DE NIVELES DE SERVICIO Y TIEMPOS DE RETARDO DÍA NO HÁBIL (SÁBADO)

Tabla 3.12 Nivel de servicio y tiempo de retardo coliseo Guadalquivir

7:00-8:00 horas.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	7,73	A	7,87	A
	Salomón Benítez	8,07	A		
	Av. Guadalquivir	7,64	A		
2	8 de marzo	7,49	A	7,35	A
	Av. Guadalquivir	7,25	A		
3	8 de marzo	7,16	A	7,24	A
	Av. Integración	7,33	A		
4	27 de mayo	7,02	A	7,02	A
5	Av. Guadalquivir	7,47	A	7,90	A
	27 de mayo	7,53	A		
	Av. Guadalquivir	7,77	A		
6	17 de octubre	7,07	A	7,07	A
7	Av. Guadalquivir	7,65	A	7,77	A
	17 de octubre	8,03	A		
	Av. Guadalquivir	7,41	A		
8	Virgen del rosario	6,97	A	7,04	A
	17 de octubre	7,09	A		
9	Virgen del rosario	6,96	A	6,96	A
10	Salomón Benítez	7,02	A	7,02	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.10 Nivel de servicio coliseo Guadalquivir 7:00 -8:00



Fuente: Elaboración propia

En la zona del coliseo Guadalquivir, de horas 7:00 a 8:00, observar que tiene un nivel de servicio A. debido a la poca circulación de tráfico tomando en cuenta las pocas actividades realizadas por la zona.

Tabla 3.13 Nivel de servicio y tiempo de retardo coliseo Guadalquivir

12:00-13:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	7,77	A	7,9	A
	Salomón Benítez	8,08	A		
	Av. Guadalquivir	7,69	A		
2	8 de marzo	7,12	A	7,13	A
	Av. Guadalquivir	7,14	A		
3	8 de marzo	7,15	A	7,19	A
	Av. Integración	7,26	A		
4	27 de mayo	7,19	A	7,19	A
	Av. Guadalquivir	7,53	A		
5	27 de mayo	6,87	A	7,72	A
	Av. Guadalquivir	7,61	A		
6	17 de octubre	7,15	A	7,15	A
7	Av. Guadalquivir	7,71	A	7,46	A
	17 de octubre	7,48	A		
	Av. Guadalquivir	7,16	A		
8	Virgen del rosario	6,94	A	6,9	A
	17 de octubre	6,83	A		
9	Virgen del rosario	6,99	A	6,99	A
10	Salomón Benítez	7,06	A	7,06	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.11 Nivel de servicio coliseo Guadalquivir 13:00 -14:00



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el análisis del tráfico en la zona del coliseo Guadalquivir, de horas 13:00 a 14:00, podemos observar las horas más bajas flujo de tráfico debido a la casi inexistente actividad por la zona solamente usa como calles de desvío. Mantiene un nivel de servicio A.

Tabla 3.14 Nivel de servicio coliseo Guadalquivir 18:00 -19:00

18:00-19:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	7,36	A	7,42	A
	Salomón Benítez	7,47	A		
	Av. Guadalquivir	7,39	A		
2	8 de marzo	7,18	A	7,13	A
	Av. Guadalquivir	6,93	A		
3	8 de marzo	7,23	A	7,28	A
	Av. Integración	7,34	A		
4	27 de mayo	7,03	A	7,03	A
	Av. Guadalquivir	7,37	A		
5	27 de mayo	7,29	A	7,31	A
	Av. Guadalquivir	7,25	A		
6	17 de octubre	6,88	A	6,88	A
7	Av. Guadalquivir	7,66	A	7,64	A
	17 de octubre	7,68	A		
	Av. Guadalquivir	7,58	A		
8	Virgen del rosario	6,92	A	6,94	A
	17 de octubre	6,96	A		
9	Virgen del rosario	6,33	A	6,33	A
10	Salomón Benítez	7,02	A	7,02	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.12 Nivel de servicio coliseo Guadalquivir 18:00 -19:00



Fuente: Elaboración propia

De horas 18:00 a 19:00, podemos observar un aumento en los tiempos de retardo, pero conservando el mismo nivel de servicio A. tomando en cuenta el uso de pocas calles de esta zona es algo lógico tener estos niveles de servicio en especial para un día sábado.

3.6.2 Análisis de condiciones para realizar estudio de impacto vial en el coliseo Guadalquivir

Condición 1

Propuesta que genere más de 100 viajes durante la hora de máxima demanda del desarrollo o la hora de máxima demanda de la red vial alrededor del desarrollo.

Tipo de estructura propuesta: Coliseo de basquetbol

El Manual de Generación de Trafico del Instituto de Transportes de Ingenieros (Trip Generation Manual 9th Edition, USA). Lo clasifica como uso de suelo Arena 460

Índice: 33,33

Área del coliseo: 3,7 acres

$3,7 \times 33,33 = 124$ viajes generados

Condición 2

El proyecto provee más de 250 espacios de estacionamiento.

NO cumple con la provisión de espacios de estacionamiento observando que la infraestructura no fue diseñada con parqueos propios

Condición 3

La proporción de volumen-capacidad (V/C) durante la hora pico del segmento vial al cual conecta el proyecto es mayor a 0,80.

Para este cálculo tomaremos en cuenta el volumen y la capacidad de la principal vía cercana a la infraestructura que pasa por la Av. Guadalquivir

Volumen= 302 veh/h

Capacidad= 814,93 veh/h

$$\frac{V}{C} = \frac{302}{814,93} = 0,37$$

$$\frac{V}{C} = 0,37$$

Al cumplir con una de las tres condiciones interpretamos que la estructura necesita la realización de un estudio de impacto vial.

3.7 PROYECCIONES CON EL AUMENTO DE GENERACIÓN DE VIAJES

Tabla 3.15 Proyecciones con el aumento de generación de viajes coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 7:00 - 8:00												
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	% Gi	% Frente	% Gd	Viajes	Gi+ Viaje	Frente + Viaje	Gd + Viaje	Sentido
1	Av. Guadalquivir	18	271	13	6,0	89,7	4,3	124	25	382	18	S-N
	Salomón Benítez	19	79	90	10,1	42,0	47,9	124	32	131	149	E-O
	Av. Guadalquivir	0	116	0	0,0	100,0	0,0	124	0	240	0	N-S
2	8 de marzo	123	0	87	58,6	0,0	41,4	124	196	0	138	E-O
	Av. Guadalquivir	0	155	70	0,0	68,9	31,1	124	0	240	109	N-S
3	8 de marzo	0	190	0	0,0	100,0	0,0	124	0	314	0	E-O
	Av. Integración	0	110	43	0,0	71,9	28,1	124	0	199	78	O-E
5	Av. Guadalquivir	4	15	116	3,0	11,1	85,9	124	8	29	223	N-S
	27 de mayo	0	98	23	0,0	81,0	19,0	124	0	198	47	O-E
	Av. Guadalquivir	2	145	18	1,2	87,9	10,9	124	4	254	32	S-N
10	Salomón Benítez	0	20	0	0,0	100,0	0,0	124	0	144	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.16 Proyecciones con el aumento de generación de viajes coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 13:00 - 14:00												
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	% Gi	% Frente	% Gd	Viajes	Gi+ Viaje	Frente + Viaje	Gd + Viaje	Sentido
1	Av. Guadalquivir	16	257	23	5,4	86,8	7,8	124	23	365	33	S-N
	Salomón Benítez	32	59	80	18,7	34,5	46,8	124	55	102	138	E-O
	Av. Guadalquivir	0	93	0	0,0	100,0	0,0	124	0	217	0	N-S
2	8 de marzo	54	0	104	34,2	0,0	65,8	124	96	0	186	E-O
	Av. Guadalquivir	0	142	87	0,0	62,0	38,0	124	0	219	134	N-S
3	8 de marzo	0	190	0	0,0	100,0	0,0	124	0	314	0	E-O
	Av. Integración	0	84	53	0,0	61,3	38,7	124	0	160	101	O-E
5	Av. Guadalquivir	12	93	1	11,3	87,7	0,9	124	26	202	2	N-S
	27 de mayo	0	76	25	0,0	75,2	24,8	124	0	169	56	O-E
	Av. Guadalquivir	9	119	3	6,9	90,8	2,3	124	18	232	6	S-N
10	Salomón Benítez	0	82	0	0,0	100,0	0,0	124	0	206	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.17 Proyecciones con el aumento de generación de viajes coliseo Guadalquivir

Resumen de aforo 18:00 - 19:00												
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	% Gi	% Frente	% Gd	Viajes	Gi+ Viaje	Frente + Viaje	Gd + Viaje	Sentido
1	Av. Guadalquivir	30	218	22	11,1	80,7	8,1	124	44	318	32	S-N
	Salomón Benítez	20	78	94	10,4	40,6	49,0	124	33	128	155	E-O
	Av. Guadalquivir	0	55	0	0,0	100,0	0,0	124	0	179	0	N-S
2	8 de marzo	88	61	0	59,1	40,9	0,0	124	161	112	0	E-O
	Av. Guadalquivir	0	111	107	0,0	50,9	49,1	124	0	174	168	N-S
3	8 de marzo	0	150	0	0,0	100,0	0,0	124	0	274	0	E-O
	Av. Integración	0	92	38	0,0	70,8	29,2	124	0	180	74	O-E
5	Av. Guadalquivir	3	55	7	4,6	84,6	10,8	124	9	160	20	N-S
	27 de mayo	0	56	23	0,0	70,9	29,1	124	0	144	59	O-E
	Av. Guadalquivir	2	86	9	2,1	88,7	9,3	124	5	196	21	S-N
10	Salomón Benítez	0	26	0	0,0	100,0	0,0	124	0	150	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

3.7.1 CÁLCULO DE CAPACIDADES Y RETRASO CON GENERACIÓN DE VIAJES

7:00-8:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	13,96	B	12,08	B
	Salomón Benítez	10,79	B		
	Av. Guadalquivir	10,46	B		
2	8 de marzo	10,63	B	10,73	B
	Av. Guadalquivir	10,83	B		
3	8 de marzo	8,82	A	9,17	A
	Av. Integración	9,49	A		
5	Av. Guadalquivir	9,07	A	9,83	A
	27 de mayo	10,04	B		
	Av. Guadalquivir	10,34	B		
10	Salomón Benítez	7,61	A	7,61	A

Tabla 3.18 Cálculo de capacidades y retraso con generación de viajes

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.13 Cálculo de capacidades y retraso con generación de viajes



Fuente: Elaboración propia

De horas 07:00 a 08:00, y con el incremento de viajes las intersecciones 1 y 2 tuvieron un cambio a nivel de servicio B que es un nivel aceptable para el flujo de tráfico en la

zona tomando en cuenta q se tomaron en cuenta las intersecciones más influyentes en la estructura.

Tabla 3.19 Cálculo de capacidades y retraso con generación de viajes

13:00-14:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	13,75	B	11,71	B
	Salomón Benítez	10,46	B		
	Av. Guadalquivir	10,01	B		
2	8 de marzo	9,39	A	9,92	A
	Av. Guadalquivir	10,34	B		
3	8 de marzo	8,54	A	9,03	A
	Av. Integración	9,54	A		
5	Av. Guadalquivir	9,63	A	9,71	A
	27 de mayo	9,58	A		
	Av. Guadalquivir	9,88	A		
10	Salomón Benítez	8,01	A	8,01	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.14 Nivel de servicio más generación de viajes



Fuente: Elaboración propia

En horas 13pm a 14 pm se nota un decrecimiento en el flujo manteniendo el nivel de servicio B en la intersección más concurrida, pero bajando a nivel A. las demás

intersecciones tomando en cuenta que es una hora sin muchas actividades laborales, pero si en el coliseo donde se nota el incremento de los volúmenes en los accesos más cercanos a las entradas al coliseo.

Tabla 3.20 Nivel de servicio más generación de viajes

18:00-19:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	8,27	A	8,81	A
	Salomón Benítez	9,38	A		
	Av. Guadalquivir	7,86	A		
2	8 de marzo	8,39	A	8,25	A
	Av. Guadalquivir	8,16	A		
3	8 de marzo	7,48	A	7,66	A
	Av. Integración	7,81	A		
5	Av. Guadalquivir	7,4	A	7,47	A
	27 de mayo	7,56	A		
	Av. Guadalquivir	7,41	A		
10	Salomón Benítez	7,01	A	7,01	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.15 Nivel de servicio más generación de viajes 18:00-19:00



Fuente: Elaboración propia

Para el horario de 18pm a 19 pm se genera otro decrecimiento del tráfico generado por las pocas actividades de la zona. El trafico existente y niveles al límite de cambiar de nivel de servicio de A - B son generados por la generación de viajes del coliseo que será ocasional en eventos puntuales y de gran aglomeración de gente, pero q son esporádicos y los usuarios cercanos al Cine center q usan estas rutas como atajos de las aglomeraciones de las avenidas circundantes.

3.8 ANÁLISIS DE TRÁFICO PROYECTANDO UN TRÁFICO FUTURO

En base a los datos del parque automotor de la ciudad de Tarija proporcionado por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija se tomará como referencia los últimos cinco años para conocer su índice de crecimiento.

Tabla 3.21 Crecimiento vehicular Tarija

Año	2013	2013	2013	2013	2013
Vehículos mixtos	20753	20753	20753	20753	20753

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el índice de crecimiento se tomará en cuenta dos métodos de cálculo:

Crecimiento aritmético

$$V_f = V_i \cdot \left(1 + \frac{i \cdot t}{100}\right) \quad (17)$$

Crecimiento geométrico

$$V_f = V_i \cdot \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t \quad (18)$$

Dónde:

Vf = Vehículos finales

Vi = Vehículos iniciales

i= Índice de crecimiento (%)

t= Periodo de diseño (años)

Método Aritmético

i= 5,93 %

Método Geométrico

i= 5,46 %

Posteriormente se elegirá el dato más desfavorable i=5,93% y se procederá a estimar el volumen de vehículos futuros

Se calculará dentro de cuánto tiempo colapsarán los horarios más conflictivos, llegando al nivel de servicio más desfavorable (F).

3.8.1 Análisis futuro del Tráfico en Coliseo Guadalquivir

Habiendo determinando el índice de crecimiento de $i=5,930\%$ proyectaremos los datos para encontrar el año a futuro que nos permita saber cuándo llegan al nivel de servicio más desfavorable. Para el coliseo se determinó que el año límite de saturación de flujo de tráfico que tendrá será en 8 años a continuación se mostrara las proyecciones y el resumen de tiempos de retardo y niveles de servicio

Tabla 3.22 Proyección futura de tráfico en intersecciones del coliseo

Coliseo Guadalquivir 7:00am- 8:00am								
Índice %	5,93							
Años	8				Proyecciones			
N° intersección	Calle	Izq.	Frente	Der.	Izq.	Frente	Der.	Sentido
1	Av. Guadalquivir	25	382	18	40	606	29	S-N
	Salomón Benítez	32	131	149	51	208	236	E-O
	Av. Guadalquivir	0	240	0	0	381	0	N-S
2	8 de marzo	196	0	138	311	0	219	E-O
	Av. Guadalquivir	0	240	109	0	381	173	N-S
3	8 de marzo	0	314	0	0	498	0	E-O
	Av. Integración	0	199	78	0	316	124	O-E
4	27 de mayo	7	84	13	11	133	21	O-E
5	Av. Guadalquivir	8	29	223	13	46	354	N-S
	27 de mayo	0	198	47	0	314	75	O-E
	Av. Guadalquivir	4	254	32	6	403	51	S-N
6	17 de octubre	22	85	0	35	135	0	O-E
7	Av. Guadalquivir	0	155	116	0	246	184	N-S
	17 de octubre	0	75	54	0	119	86	O-E
	Av. Guadalquivir	0	167	37	0	265	59	S-N
8	Virgen del rosario	0	88	7	0	140	11	E-O
	17 de octubre	0	98	16	0	155	25	O-E
9	Virgen del rosario	0	16	0	0	25	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	144	0	0	228	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.23 Proyección futura de tráfico en intersecciones del coliseo

7:00-8:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	17,87	C	30,18	D
	Salomón Benítez	47,82	E		
	Av. Guadalquivir	14,91	B		
2	8 de marzo	20,12	C	23,94	C
	Av. Guadalquivir	27,6	D		
3	8 de marzo	31,49	D	24,35	C
	Av. Integración	18,04	C		
4	27 de mayo	12,42	B	12,42	B
5	Av. Guadalquivir	24,27	C	19,14	C
	27 de mayo	17,46	C		
	Av. Guadalquivir	16,24	C		
6	17 de octubre	12,54	B	12,54	B
7	Av. Guadalquivir	13,5	B	14,76	B
	17 de octubre	12,48	B		
	Av. Guadalquivir	17,07	C		
8	Virgen del rosario	12,8	B	11,18	B
	17 de octubre	9,52	A		
9	Virgen del rosario	8,51	A	8,51	A
10	Salomón Benítez	10,59	B	10,59	B

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.16 Proyección a futuro de niveles de servicio 7-8 am



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que con la proyección a los 8 años llega al límite de las intersecciones en una relativa buena circulación, pero ya tenemos una intersección en nivel D. en la intersección 2 y tomando en cuenta estos datos podemos determinar que en el año 9 y 10 todas las intersecciones estarán en niveles de servicio.

También resaltar que las intersecciones más lejanas, 4-6-8-7 y que no fueron afectadas por la generación de viajes no tuvo un incremento importante en su volumen de tráfico

Tabla 3.24 Proyección futura de tráfico en intersecciones del coliseo

Proyecciones de trafico								
Coliseo Guadalquivir 13:00am- 14:00pm								
Índice %	5,93							
Años	8							
N° intersección	Calle	Izq.	Frente	Der.	Proyecciones			Sentido
					Izq.	Frente	Der.	
1	Av. Guadalquivir	23	365	33	36	579	52	S-N
	Salomón Benítez	55	102	138	87	162	219	E-O
	Av. Guadalquivir	0	217	0	0	344	0	N-S
2	8 de marzo	96	0	186	152	0	295	E-O
	Av. Guadalquivir	0	219	134	0	347	212	N-S
3	8 de marzo	0	314	0	0	498	0	E-O
	Av. Integración	0	160	101	0	254	160	O-E
4	27 de mayo	24	77	5	38	122	8	O-E
5	Av. Guadalquivir	26	202	2	41	320	3	N-S
	27 de mayo	0	169	56	0	268	89	O-E
	Av. Guadalquivir	18	232	6	29	368	10	S-N
6	17 de octubre	40	91	0	63	144	0	O-E
7	Av. Guadalquivir	137	107	16	217	170	25	N-S
	17 de octubre	0	109	48	0	173	76	O-E
	Av. Guadalquivir	0	140	32	0	222	51	S-N
8	Virgen del rosario	0	31	21	0	49	33	E-O
	17 de octubre	0	46	28	0	73	44	O-E
9	Virgen del rosario	0	25	0	0	40	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	206	0	0	327	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.25 Proyección futura de niveles de servicio en intersecciones del coliseo

13:00-14:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	16,48	C	28,9	D
	Salomón Benítez	45,48	E		
	Av. Guadalquivir	13,66	B		
2	8 de marzo	15,55	C	22,63	C
	Av. Guadalquivir	28,29	D		
3	8 de marzo	27,38	D	24,21	C
	Av. Integración	21,57	C		
4	27 de mayo	12,49	B	12,49	B
5	Av. Guadalquivir	21,19	C	16,74	C
	27 de mayo	15,01	C		
	Av. Guadalquivir	14,3	B		
6	17 de octubre	13,56	B	13,56	B
7	Av. Guadalquivir	15,00	B	14,47	B
	17 de octubre	11,38	B		
	Av. Guadalquivir	16,2	C		
8	Virgen del rosario	11,38	B	10,23	B
	17 de octubre	8,58	A		
9	Virgen del rosario	8,64	A	8,64	A
10	Salomón Benítez	12,55	B	12,55	B

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.17 Proyección a futuro de niveles de servicio 13-14



Fuente: Elaboración propia

Al medio día para ser más exactos de 13 a 14 en la proyección de 8 años observamos los puntos más críticos como la intersección 1 con un acceso que llego a nivel C.

En la intersección 2 con un acceso en C y otro en D de igual manera que el 3. Las otras intersecciones se mantienen estables ya que la 4-8-6-7-9 no fueron aumentadas con la generación de viajes y tampoco sufren un aumento considerable en sus niveles de servicio.

Tabla 3.26 Proyección futura de tráfico en intersecciones del coliseo

Proyecciones de trafico								
Coliseo Guadalquivir 18:00am- 19:00pm								
Índice %	5,93							
Años	8							
N° intersección	Calle	Izq.	Frente	Der.	Proyecciones			Sentido
					Izq.	Frente	Der.	
1	Av. Guadalquivir	44	318	32	70	504	51	S-N
	Salomón Benítez	33	128	155	52	203	246	E-O
	Av. Guadalquivir	0	179	0	0	284	0	N-S
2	8 de marzo	161	112	0	255	178	0	E-O
	Av. Guadalquivir	0	174	168	0	276	266	N-S
3	8 de marzo	0	274	0	0	434	0	E-O
	Av. Integración	0	180	74	0	285	117	O-E
4	27 de mayo	27	44	5	43	70	8	O-E
5	Av. Guadalquivir	9	160	20	14	254	32	N-S
	27 de mayo	0	144	59	0	228	94	O-E
	Av. Guadalquivir	5	196	21	8	311	33	S-N
6	17 de octubre	55	82	0	87	130	0	O-E
7	Av. Guadalquivir	0	124	97	0	197	154	N-S
	17 de octubre	0	69	24	0	109	38	O-E
	Av. Guadalquivir	0	114	27	0	181	43	S-N
8	Virgen del rosario	0	52	15	0	82	24	E-O
	17 de octubre	0	51	18	0	81	29	O-E
9	Virgen del rosario	0	9	0	0	14	0	N-S
10	Salomón Benítez	0	150	0	0	238	0	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.27 Proyección futura de niveles de servicio en intersecciones del coliseo

18:00-19:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Av. Guadalquivir	18,22	C	27,73	D
	Salomón Benítez	35,35	D		
	Av. Guadalquivir	8,31	A		
2	8 de marzo	15,00	B	21,15	C
	Av. Guadalquivir	26,06	D		
3	8 de marzo	25,80	D	20,21	C
	Av. Integración	15,03	C		
4	27 de mayo	11,46	B	11,46	B
	Av. Guadalquivir	18,63	C		
5	27 de mayo	12,99	B	14,71	B
	Av. Guadalquivir	12,46	B		
6	17 de octubre	13,87	B	13,87	B
7	Av. Guadalquivir	12,00	B	12,46	B
	17 de octubre	10,53	B		
	Av. Guadalquivir	13,88	B		
8	Virgen del rosario	11,25	B	10,04	B
	17 de octubre	8,80	A		
9	Virgen del rosario	8,42	A	8,42	A
10	Salomón Benítez	10,75	B	10,75	B

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.18 Proyección a futuro de niveles de servicio 18-19 am



Fuente: Elaboración propia

En la intersección 1-2 observamos un acceso con nivel D con tiempos de retardo mayores a 20 s, también en la intersección 3 observamos otro acceso en D demostrando q la influencia que tiene el coliseo en días puntuales de semana se puede notar y que al año 9 ocasionaría perjuicios con cambios de servicio desfavorables para toda la zona.

Las demás intersecciones mantienen niveles aceptables.

3.9 EVALUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DEL COLISEO GUADALQUIVIR

Como parte del análisis de la zona estudiada se puede observar que el tipo de vehículo que más circula por la zona es de transporte público liviano (taxis que usan esas calles como salida del congestionamiento del mercado campesino o para llegar a la avenida Integración) aunque también podemos considerar los vehículos pesados que transitan por la zona que pueden ser de carga o los de servicio público.

Al ser una zona de transición de una avenida a otra no hay tendencia usar muchos los estacionamientos excepto en los horarios picos ocasionados por la posta municipal o el cine. En fines de semana si se muestra un incremento de estos espacios debido al uso del coliseo,

En la zona alrededor del coliseo no cuenta con semáforos instalados.

se pudo identificar diferentes factores que representan problemas que son imperceptibles, pero con el pasar del tiempo y aumento de tráfico se pueden incrementar como ser:

- a) La falta de ordenamiento en los lugares de estacionamiento.
- b) Análisis para ver si es necesario la colocación de semáforos.
- c) Señalización para el ordenamiento de circulación en la zona

Así también estos mismos ocasionan que la zona estudiada tenga ciertas necesidades que necesitan ser atendidas:

- a) Mantenimiento regular de la señalización horizontal de la zona
- b) Reordenamiento del sentido de carriles y transitabilidad de vehículos

Luego se procedió a la evaluación del estado actual de la intersección principal que es la Av. Guadalquivir y Salomón Benítez tomando en cuenta toda la información recopilada y cálculos obtenidos relevantes para el estudio.

Así mismo se procedió a la proyección futura de las rutas para analizar el año de colapso donde las intersecciones cambiaran a niveles de servicio poco favorable.

3.9.1 Evaluación actual vehicular

Debido a la situación atípica de pandemia que se está viviendo fue un cambio considerable el que tuvimos en el movimiento de tráfico de gran parte de la ciudad así también el coliseo fue uno de los afectados ya que al estar prohibidas las actividades deportivas. Esta gran infraestructura fue dejada en desuso.

Tomando en cuenta estos factores podemos mostrar en la siguiente tabla el comportamiento de las intersecciones más cercanas. Así también los cambios de horarios o cierre de áreas de influencia de tráfico cercanas a proyecto.

Tabla 3.28 Nivel de servicio actual

Intersecciones	Nivel de servicio actual
1	A
2	A
3	A
4	A
5	A
6	A
7	A
8	A
9	A
10	A

Fuente: Elaboración propia

A estos niveles de servicio sumamos la generación de viajes que ocasionará el coliseo dando como resultado el cambio de las primeras intersecciones manteniendo niveles aceptables, pero observando la influencia que tendrá el coliseo en el tráfico de la zona

Tabla 3.29 Nivel de servicio más generación de viajes

Intersecciones	Nivel de servicio más viajes
1	B
2	B
3	B
4	A
5	A
6	A
7	A
8	A
9	A
10	A

Fuente: Elaboración propia

3.9.2 Evaluación futura vehicular

En la evaluación futura tenemos como análisis el incremento de tráfico en un futuro de 8 años que establecimos como límite para analizar y mencionar que es un año frontero donde las intersecciones pasarían a un punto de saturación presentada en la siguiente tabla

Tabla 3.30 Nivel de servicio futuro

Intersecciones	Nivel de servicio futuro
1	D
2	C
3	C
4	B
5	C
6	B
7	B
8	B
9	A
10	B

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos demostramos que el punto más desfavorable cercano al coliseo es la intersección de la Av. Guadalquivir y Salomón Benítez, tomando en cuenta que las otras intersecciones con un aumento más de tráfico podrían cambiar de nivel de servicio.

Para este problema se propondrán las siguientes soluciones ingenieriles:

Propuesta 1: Construcción de estacionamiento.

Ilustración 3.19 Espacio para uso o construcción de estacionamiento



Fuente: Elaboración propia

En la parte delantera del coliseo sobre la avenida Guadalquivir la infraestructura cuenta con jardines que podrían ser adecuados como estacionamientos de vehículos livianos particulares que genera el coliseo.

La disminución no sería de gran consideración, pero podría abrir la posibilidad de utilizar otro lugar del complejo como posible estacionamiento.

Habiendo utilizado el programa Synrho 8 para simular la restricción de estacionamientos sobre la calle Salomón Benítez esta misma nos sugiere el uso del estacionamiento propuesto y también el no estacionamiento sobre la calle mencionada en horas pico del medio día donde se presenta un mayor flujo

Propuesta 2: El reordenamiento de las señales de circulación

Este procedimiento nos servirá para dar sentido de ida y vuelta algunas calles y estas mismas nos permitirían una mejor descongestión de vehículos en caso de embotellamientos

Esta sugerencia se hace de forma más específica para la calle salomón Benítez y 27 de mayo para poder establecer una ruta que haga circular a los autos de la zona de manera más ordenada.

3.10 PRESENTACIÓN DEL SEGUNDO LUGAR DE ESTUDIO

Unidad educativa colegio Santa Ana

Ilustración 3.20 Colegio Santa Ana



Fuente: Edu.com.bo

El colegio Santa Ana ubicado en el barrio Narciso Campero. Cuenta con una infraestructura educativa de las más grandes y más modernas que se han hecho en todo el país, **tiene un costo de alrededor de 30,000.000 de bolivianos**, contando con el tema de accesos, entradas, salidas, calles y vías.

Cuenta con un total de 1200 alumnos aproximadamente.

Al día del hoy las calles aledañas recién están siendo asfaltadas no cuentan con señalización vertical ni horizontal ni tampoco semáforos en sus alrededores.

3.10.1 Especificaciones de la unidad educativa

Ilustración 3.21 Mapa de Tarija



Fuente: Educa.com.bo

Proyecto: Unidad Educativa Santa Ana

Ubicación:

Departamento: Tarija

Provincia: Cercado

Distrito: 6

Barrio: Narciso Campero

Ilustración 3.22: Ubicación colegio Santa Ana



Fuente: Google earth

Límites:

Norte: Av. Gran chaco

Sur: Av. Gamoneda

Este: Calles sin Nombre

Oeste: Calles sin Nombre

3.11 ÁREAS DE INFLUENCIA

No cuenta con áreas de influencia cercanas de gran magnitud. Solo comercios pequeños colocados en las avenidas adyacentes

3.12 LEVANTAMIENTO DE DATOS

Para la obtención de datos de aforo, capacidad y nivel de servicio en el colegio Ana establecemos los puntos de estudio de influencia en las vías que conducen al colegio.

Ilustración 3.23 Ubicación intersecciones



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.31 Ubicación intersecciones colegio

Intersección	Calle
1	N°3 y N°1
2	N°6 y N°2
3	N°6 y N°1
4	Av. Gran Chaco y N°1
5	N°3
6	N°2
7	N°6 y N°5
8	Av. Gran Chaco
9	N°6
10	Av. Gran Chaco
11	N°7 y Gamoneda
12	N°3 y N°7
13	N°6 y N°7
15	N°8 y N°6
16	N°8 y N°3

Fuente: Elaboración propia

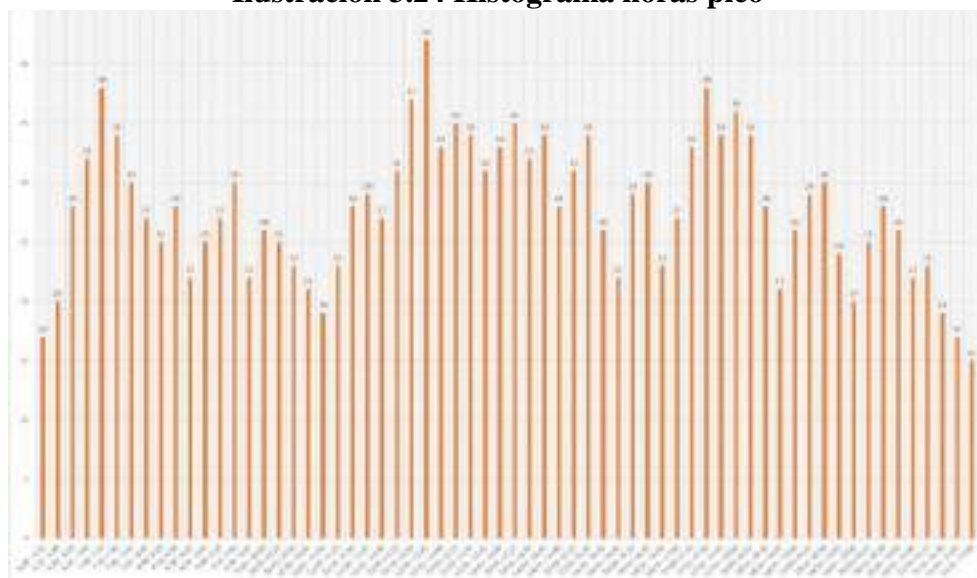
3.12.1 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó un levantamiento de datos, como primer paso, posteriormente se determina el horario pico, finalmente el aforo de volúmenes el cual se explica a continuación.

3.12.2 Determinación del horario pico

Para la obtención de los horarios pico para este estudio, se prosiguió al aforo vehicular por un día desde las 06:00 a 21:00 horas consecutivas en la zona más crítica en fecha jueves 1 de octubre, posteriormente con los registros se determinó los horarios pico, cuyos resultados de horarios fueron de 07:00 a 08:00, 12:00 a 13:00 y de 18:00 a 19:00 respectivamente aforos obtenidos el mes de octubre en un periodo de 4 semanas aforando en dos días hábiles (martes, jueves) y en día no hábil (sábado) del 6 al 31 de octubre.

Ilustración 3.24 Histograma horas pico



Fuente: Elaboración propia

Factores de equivalencia para diversos tipos de vehículos

Para el presente trabajo se utilizaron los siguientes factores de equivalencia:

Tabla 3.32 Valores equivalentes

Vehículos livianos	1
Vehículos medianos privados (camionetas-vagonetas)	1,75
Vehículos medianos públicos (micros)	2
Vehículos pesados	2,25

Fuente: Guido Radelat, ingeniería de tránsito

3.12.3 Depuración de datos de volumen de tráfico

En toda muestra estadística que se realice se debe calcular la dispersión de datos es decir entre qué valores máximos y mínimos puede estar comprendido el valor obtenido en los aforos de cada punto y tramo.

Para obtener este rango se procede a ordenar todos los datos, encontrar la media aritmética, la desviación estándar y se define el rango de depuración.

Media aritmética

$$X = \sum i^n = 0 \frac{x}{n} \quad (19)$$

Dónde:

X= Media aritmética

x= Valor de observación

n= Número de datos

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\sum i^n = 0 \frac{(x-X^2)}{n}} \quad (20)$$

Dónde:

σ = Desviación estándar

X= Media aritmética

x= Valor de observación

n= Número de datos

El rango se define en la siguiente ecuación 15:

$$r = X + \sigma$$

$$r = X - \sigma \quad (21)$$

Desechando todos los datos que no estén comprendidos entre ese rango

3.13 RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS COLEGIO SANTA ANA

Tomar en cuenta que para el aforo y calculo posterior de los puntos de intersección del colegio también se hizo la diferenciación de aforos en la semana y aforo en fin de semana tomando cuenta que el colegio no tiene actividades de forma regular los días sábado

Tabla 3.33 Resumen de aforos colegio Santa Ana

Resumen de aforo 7:00 - 8:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	N°1	0	73	0	S-N
	N°3	0	159	0	N-S
2	N°2	0	84	0	N-S
3	N°1	0	53	15	S-N
	N°6	4	26	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	61	0	S-N
5	N°3	0	91	0	E-O
6	N°2	0	17	67	N-S
7	N°5	21	98	0	N-S
	N°6	0	59	3	O-E
8	Av. Gran Chaco	112	174	128	N-S
9	N°6	13	28	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	23	0	S-N
11	Gamoneda	19	0	44	N-S
	N°7	0	182	75	S-N
12	N°7	8	59	9	N-S
	N°3	8	64	6	E-O
	N°7	15	42	13	S-N
13	N°7	16	25	72	N-S
	N°6	0	98	0	O-E
	N°7	0	39	5	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	122	0	N-S
	N°7	0	37	0	S-N
15	N°8	0	217	0	E-O
16	N°8	0	216	86	O-E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.34 Resumen de aforos colegio Santa Ana

Resumen de aforo 12:00 - 13:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Nº1	0	78	0	S-N
	Nº3	0	182	0	N-S
2	Nº2	0	92	0	N-S
3	Nº1	0	64	16	S-N
	Nº6	4	27	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	59	0	S-N
5	Nº3	0	96	0	E-O
6	Nº2	0	92	13	N-S
7	Nº5	12	107	0	N-S
	Nº6	0	39	4	O-E
8	Av. Gran Chaco	120	237	127	N-S
9	Nº6	12	28	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	12	0	S-N
11	Gamoneda	20	0	59	N-S
	Nº7	0	213	82	S-N
12	Nº7	8	35	4	N-S
	Nº3	18	80	8	E-O
	Nº7	16	73	20	S-N
13	Nº7	20	91	32	N-S
	Nº6	0	114	0	O-E
	Nº7	0	59	12	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	132	103	N-S
	Nº7	0	55	0	S-N
15	Nº8	0	250	0	E-O
16	Nº8	0	232	105	O-E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.35 Resumen de aforos colegio Santa Ana

Resumen de aforo 17:00 - 18:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Nº1	0	46	0	S-N
	Nº3	0	130	0	N-S
2	Nº2	0	72	0	N-S
3	Nº1	0	33	11	S-N
	Nº6	1	21	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	30	0	S-N
5	Nº3	0	56	0	E-O
6	Nº2	0	72	9	N-S
7	Nº5	40	83	0	N-S
	Nº6	0	54	3	O-E
8	Av. Gran Chaco	103	165	95	N-S
9	Nº6	18	31	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	18	0	S-N
11	Gamoneda	6	0	39	N-S
	Nº7	0	116	82	S-N
12	Nº7	0	24	0	N-S
	Nº3	0	48	4	E-O
	Nº7	4	18	12	S-N
13	Nº7	10	38	16	N-S
	Nº6	0	73	0	O-E
	Nº7	0	25	4	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	99	71	N-S
	Nº7	0	18	0	S-N
15	Nº8	0	157	0	E-O
16	Nº8	0	137	0	O-E

Fuente: Elaboración propia

3.13.1 RESUMEN DE AFOROS DÍA NO HÁBIL (SÁBADO)

Tabla 3.36 Resumen de aforos colegio Santa Ana

Resumen de aforo 7:00 - 8:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	Nº1	0	10	0	S-N
	Nº3	0	103	0	N-S
2	Nº2	0	77	0	N-S
3	Nº1	0	7	0	S-N
	Nº6	0	16	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	15	0	S-N
5	Nº3	0	67	0	E-O
6	Nº2	0	49	0	N-S
7	Nº5	4	36	0	N-S
	Nº6	0	23	2	O-E
8	Av. Gran Chaco	41	88	40	N-S
9	Nº6	8	14	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	10	0	S-N
11	Gamoneda	16	0	27	N-S
	Nº7	0	123	52	S-N
12	Nº7	0	100	52	N-S
	Nº3	8	6	47	E-O
	Nº7	15	31	13	S-N
13	Nº7	12	45	21	N-S
	Nº6	0	64	0	O-E
	Nº7	0	32	5	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	79	58	N-S
	Nº7	0	29	0	S-N
15	Nº8	0	144	0	E-O
16	Nº8	0	141	56	O-E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.37 Resumen de aforos colegio Santa Ana

Resumen de aforo 12:00 - 13:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	N°1	0	26	0	S-N
	N°3	0	109	0	N-S
2	N°2	0	109	0	N-S
3	N°1	0	65	0	S-N
	N°6	0	18	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	23	0	S-N
5	N°3	0	95	0	E-O
6	N°2	0	37	12	N-S
7	N°5	0	48	0	N-S
	N°6	0	31	0	O-E
8	Av. Gran Chaco	9	107	63	N-S
9	N°6	8	33	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	11	0	S-N
11	Gamoneda	16	0	38	N-S
	N°7	0	144	59	S-N
12	N°7	0	140	60	N-S
	N°3	14	54	8	E-O
	N°7	16	50	16	S-N
13	N°7	16	56	20	N-S
	N°6	0	76	0	O-E
	N°7	0	42	8	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	84	68	N-S
	N°7	0	41	0	S-N
15	N°8	0	166	0	E-O
16	N°8	0	153	70	O-E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.38 Resumen de aforos colegio Santa Ana

Resumen de aforo 17:00 - 18:00					
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	Sentido
1	N°1	0	22	0	S-N
	N°3	0	83	0	N-S
2	N°2	0	83	0	N-S
3	N°1	0	36	0	S-N
	N°6	0	22	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	4	0	S-N
5	N°3	0	82	0	E-O
6	N°2	0	38	12	N-S
7	N°5	0	49	0	N-S
	N°6	0	76	16	O-E
8	Av. Gran Chaco	11	113	98	N-S
9	N°6	18	35	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	31	0	S-N
11	Gamoneda	6	0	23	N-S
	N°7	0	77	57	S-N
12	N°7	0	70	52	N-S
	N°3	0	38	4	E-O
	N°7	4	16	12	S-N
13	N°7	10	25	12	N-S
	N°6	0	48	0	O-E
	N°7	0	23	4	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	68	45	N-S
	N°7	0	16	0	S-N
15	N°8	0	107	0	E-O
16	N°8	0	94	44	O-E

Fuente: Elaboración propia

3.14 NIVELES DE SERVICIO Y TIEMPOS DE RETARDO EN INTERSECCIONES DEL COLEGIO SANTA ANA

Tabla 3.39 Nivel de servicio y tiempo de retardo colegio Santa Ana

7:00-8:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Nº1	7,40	A	7,67	A
	Nº3	7,80	A		
2	Nº2	7,29	A	7,29	A
3	Nº1	7,18	A	7,14	A
	Nº6	7,12	A		
4	Av. Gran Chaco	7,19	A	7,19	A
5	Nº3	7,32	A	7,32	A
6	Nº2	6,79	A	7,32	A
7	Nº5	7,40	A	7,59	A
	Nº6	7,69	A		
8	Av. Gran Chaco	9,61	A	9,61	A
9	Nº6	7,15	A	7,15	A
10	Av. Gran Chaco	6,99	A	6,99	A
11	Gamoneda	8,16	A	7,94	A
	Nº7	7,02	A		
12	Nº7	7,54	A	7,47	A
	Nº3	7,4	A		
	Nº7	7,45	A		
13	Nº7	7,70	A	7,46	A
	Nº6	7,25	A		
	Nº7	7,3	A		
14	Av. Gran Chaco	7,18	A	7,45	A
	Nº7	7,53	A		
15	Nº8	8,09	A	8,09	A
16	Nº8	8,41	A	8,41	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.25 Nivel de servicio colegio Santa Ana 7:00 -8:00



Fuente: Elaboración propia

En los aforos realizados en la primera hora del día de semana podemos observar que tienen todo nivel de servicio A. Cabe mencionar que la zona tiene como principal actividad el uso del colegio que no se encuentre en funcionamiento debido a la pandemia

Tabla 3.40 Nivel de servicio y tiempo de retardo colegio Santa Ana

12:00-13:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	N°1	7,45	A	7,81	A
	N°3	7,96	A		
2	N°2	7,33	A	7,33	A
3	N°1	7,21	A	7,20	A
	N°6	7,20	A		
4	Av. Gran Chaco	7,16	A	7,16	A
5	N°3	7,35	A	7,35	A
6	N°2	7,32	A	7,32	A
7	N°5	7,27	A	7,52	A
	N°6	7,62	A		
8	Av. Gran Chaco	10,66	B	10,66	B
9	N°6	7,14	A	7,14	A
10	Av. Gran Chaco	6,95	A	6,95	A
11	Gamoneda	8,51	A	8,21	A
	N°7	7,09	A		
12	N°7	7,70	A	7,63	A
	N°3	7,65	A		
	N°7	7,44	A		
13	N°7	7,96	A	7,84	A
	N°6	7,54	A		
	N°7	7,90	A		
14	Av. Gran Chaco	7,36	A	7,76	A
	N°7	7,85	A		
15	N°8	8,34	A	8,34	A
16	N°8	8,67	A	8,67	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.26 Nivel de servicio colegio Santa Ana 12:00 -13:00



Fuente: Elaboración propia

En los aforos realizados al medio día podemos observar la constante de que todos mantienen un nivel de servicio A. En la intersección 4 podemos ver que obtenemos una de servicio B debido al tránsito de la Avenida donde circulan camiones pesados y usan esa calle como atajo de una avenida a otra.

Tabla 3.41 Nivel de servicio y tiempo de retardo colegio Santa Ana

18:00-19:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	n.s.	Retraso (s) de intersección	n. s
1	N°1	7,23	A	7,50	A
	N°3	7,59	A		
2	N°2	7,22	A	7,22	A
3	N°1	7,08	A	7,01	A
	N°6	6,97	A		
4	av. gran chaco	7,03	A	7,03	A
5	N°3	7,15	A	7,15	A
6	N°2	7,19	A	7,19	A
7	N°5	7,38	A	7,63	A
	N°6	7,74	A		
8	av. gran chaco	8,00	A	8,00	A
9	N°6	7,20	A	7,20	A
10	av. gran chaco	6,97	A	6,97	A
11	Gamoneda	7,62	A	7,45	A
	N°7	6,73	A		
12	N°7	7,18	A	7,11	A
	N°3	6,98	A		
	N°7	7,14	A		
13	N°7	7,43	A	39,35	A
	N°6	7,15	A		
	N°7	7,25	A		
14	av. gran chaco	7,12	A	7,40	A
	N°7	7,43	A		
15	N°8	7,69	A	7,69	A
16	N°8	7,57	A	7,57	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.27 Nivel de servicio colegio santa Ana 17:00 -18:00



Fuente: Elaboración propia

En los aforos de la tarde observamos una caída en el tiempo de retraso en todas las intersecciones dando a entender una caída en el flujo vehicular de la zona, tomando en cuenta que el tráfico de la zona es casi nulo.

3.14.1 NIVEL DE SERVICIO Y RETRADO DEL DÍA NO HÁBIL (SÁBADO)

Tabla 3.42: Nivel de servicio y tiempo de retardo colegio Santa Ana

7:00-8:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Nº1	7,08	A	7,43	A
	Nº3	7,47	A		
2	Nº2	7,25	A	7,25	A
3	Nº1	6,98	A	6,97	A
	Nº6	6,96	A		
4	Av. Gran Chaco	6,96	A	6,96	A
5	Nº3	7,20	A	7,20	A
6	Nº2	7,11	A	7,11	A
7	Nº5	6,98	A	7,05	A
	Nº6	7,09	A		
8	Av. Gran Chaco	7,62	A	7,62	A
9	Nº6	7,07	A	7,07	A
10	Av. Gran Chaco	6,94	A	6,94	A
11	Gamoneda	7,56	A	6,46	A
	Nº7	6,92	A		
12	Nº7	7,57	A	7,56	A
	Nº3	7,36	A		
	Nº7	7,63	A		
13	Nº7	7,42	A	7,32	A
	Nº6	7,19	A		
	Nº7	7,30	A		
14	Av. Gran Chaco	7,14	A	7,24	A
	Nº7	7,26	A		
15	Nº8	7,61	A	7,61	A
16	Nº8	7,68	A	7,68	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.28 Nivel de servicio colegio santa Ana 7:00 -8:00 (sábado)



Fuente: Elaboración propia

Como se explicó al momento de explicar el tipo de aforos realizados en la zona se hizo una diferencia de día sábado por el bajo tráfico que tiene la zona en todas sus intersecciones como se puede observar en la gráfica tiene un nivel de servicio A. Tomando en cuenta que la una tampoco cuenta con semáforos

Tabla 3.43 Nivel de servicio y tiempo de retardo colegio Santa Ana

12:00-13:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	N°1	7,11	A	7,38	A
	N°3	7,45	A		
2	N°2	7,42	A	7,42	A
3	N°1	7,09	A	7,20	A
	N°6	7,23	A		
4	Av. Gran Chaco	6,99	A	6,99	A
5	N°3	7,34	A	7,34	A
6	N°2	6,95	A	6,95	A
7	N°5	7,12	A	7,16	A
	N°6	7,18	A		
8	Av. Gran Chaco	7,58	A	7,58	A
9	N°6	7,12	A	7,12	A
10	Av. Gran Chaco	6,94	A	6,94	A
11	Gamoneda	8,11	A	7,94	A
	N°7	6,99	A		
12	N°7	7,77	A	7,89	A
	N°3	7,59	A		
	N°7	8,07	A		
13	N°7	7,54	A	7,43	A
	N°6	7,27	A		
	N°7	7,42	A		
14	Av. Gran Chaco	7,21	A	7,31	A
	N°7	7,34	A		
15	N°8	7,75	A	7,75	A
16	N°8	7,81	A	7,81	A

Fuente: elaboración propia

Ilustración 3.29 Nivel de servicio colegio Santa Ana 12:00 -13:00 (sábado)



Fuente: Elaboración propia

Como se explicó al momento de explicar el tipo de aforos realizados en la zona se hizo una diferencia de día sábado por el bajo tráfico que tiene la zona en todas sus intersecciones como se puede observar en la gráfica tiene un nivel de servicio A. Tomando en cuenta que la una tampoco cuenta con semáforos

Tabla 3.44 Nivel de servicio y tiempo de retardo colegio Santa Ana

18:00-19:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	N°1	7,07	A	7,25	A
	N°3	7,30	A		
2	N°2	7,28	A	7,28	A
3	N°1	7,06	A	7,09	A
	N°6	7,10	A		
4	Av. Gran Chaco	6,91	A	6,91	A
5	N°3	7,27	A	7,27	A
6	N°2	6,96	A	6,96	A
7	N°5	7,31	A	7,31	A
	N°6	7,32	A		
8	Av. Gran Chaco	7,68	A	7,68	A
9	N°6	7,20	A	7,2	A
10	Av. Gran Chaco	7,03	A	7,03	A
11	Gamoneda	7,63	A	7,45	A
	N°7	6,73	A		
12	N°7	7,18	A	7,11	A
	N°3	6,98	A		
	N°7	7,14	A		
13	N°7	7,26	A	7,16	A
	N°6	7,06	A		
	N°7	7,12	A		
14	Av. Gran Chaco	7,07	A	7,19	A
	N°7	7,21	A		
15	N°8	7,11	A	7,11	A
16	N°8	7,32	A	7,32	A

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.30 Nivel de servicio colegio Santa Ana 17:00 -18:00 (sábado)



Fuente: Elaboración propia

Como se explicó al momento de explicar el tipo de aforos realizados en la zona se hizo una diferencia de día sábado por el bajo tráfico que tiene la zona en todas sus intersecciones como se puede observar en la gráfica tiene un nivel de servicio A. Tomando en cuenta que la una tampoco cuenta con semáforos.

Condición 1

Propuesta que genere más de 100 viajes durante la Hora de máxima demanda del desarrollo o la Hora de máxima demanda de la red vial alrededor del desarrollo.

Tipo de estructura propuesta: Colegio

El manual de generación de tráfico del Instituto de Transportes de Ingenieros (Trip Generation Manual 9th Edition, USA). Lo clasifica como uso de suelo Middle/ JR. High School 522.

Índice: 0,16 Entrada 49% Salida 51%

Número de Estudiantes aproximados: 1250 alumnos

$1250 \times 0,16 = 200$ viajes generados

$200 \times 0,49 = 98$ viajes de Salida

$200 \times 0,51 = 102$ viajes de Entrada

Se cumple primera condición, se necesita la elaboración de un estudio de compacto vial.

3.15 NIVELES DE SERVICIO MAS GENERACIÓN DE VIAJES

Tabla 3.45 Nivel de servicio más generación de viajes colegio Santa Ana

Resumen de aforo 7:00 - 8:00												
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	% Gi	% Frente	% Gd	Viajes	Gi+ Viaje	Frente + Viaje	Gd + Viaje	Sentido
1	Nº1	0	73	0	0,0	100,0	0,0	200	0	273	0	S-N
	Nº3	0	159	0	0,0	100,0	0,0	200	0	359	0	N-S
5	Nº3	0	91	0	0,0	100,0	0,0	200	0	291	0	E-O
6	Nº2	0	67	17	0,0	79,8	20,2	200	0	227	57	N-S
7	Nº5	21	98	0	17,6	82,4	0,0	200	56	263	0	N-S
	Nº6	0	59	3	0,0	95,2	4,8	200	0	249	13	O-E
8	Av. Gran Chaco	0	174	128	0,0	57,6	42,4	200	0	289	213	N-S
9	Nº6	13	28	0	31,7	68,3	0,0	200	76	165	0	O-E
11	Gamoneda	19	0	44	30,2	0,0	69,8	200	79	0	184	N-S
	nº7	0	182	75	0,0	70,8	29,2	200	0	324	133	S-N
12	Nº7	8	59	9	10,5	77,6	11,8	200	29	214	33	N-S
	Nº3	8	64	6	10,3	82,1	7,7	200	29	228	21	E-O
	Nº7	15	42	13	21,4	60,0	18,6	200	58	162	50	S-N
13	Nº7	16	25	72	14,2	22,1	63,7	200	44	69	199	N-S
	Nº6	0	98	0	0,0	100,0	0,0	200	0	298	0	O-E
	Nº7	0	39	5	0,0	88,6	11,4	200	0	216	28	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.46 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana

Resumen de aforo 12:00 - 13:00												
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	% Gi	% Frente	% Gd	Viajes	Gi+ Viaje	Frente + Viaje	Gd + Viaje	Sentido
1	Nº1	0	78	0	0,0	100,0	0,0	200	0	278	0	S-N
	Nº3	0	182	0	0,0	100,0	0,0	200	0	382	0	N-S
5	Nº3	0	96	0	0,0	100,0	0,0	200	0	296	0	E-O
6	Nº2	0	92	13	0,0	87,6	12,4	200	0	267	38	N-S
7	Nº5	12	107	0	10,1	89,9	0,0	200	32	287	0	N-S
	Nº6	0	39	4	0,0	90,7	9,3	200	0	220	23	O-E
8	Av. Gran Chaco	0	237	127	0,0	65,1	34,9	200	0	367	197	N-S
9	Nº6	12	28	0	30,0	70,0	0,0	200	72	168	0	O-E
11	Gamoneda	20	0	59	25,3	0,0	74,7	200	71	0	208	N-S
	nº7	0	213	82	0,0	72,2	27,8	200	0	357	138	S-N
12	Nº7	8	35	4	17,0	74,5	8,5	200	42	184	21	N-S
	Nº3	18	80	8	17,0	75,5	7,5	200	52	231	23	E-O
	Nº7	16	73	20	14,7	67,0	18,3	200	45	207	57	S-N
13	Nº7	20	91	32	14,0	63,6	22,4	200	48	218	77	N-S
	Nº6	0	114	0	0,0	100,0	0,0	200	0	314	0	O-E
	Nº7	0	59	12	0,0	83,1	16,9	200	0	225	46	S-N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.47 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana

Resumen de aforo 17:00 - 18:00												
Intersección	Calle	Gi	Frente	Gd	% Gi	% Frente	% Gd	Viajes	Gi+ Viaje	Frente + Viaje	Gd + Viaje	Sentido
1	Nº1	0	46	0	0,0	100,0	0,0	200	0	246	0	S-N
	Nº3	0	130	0	0,0	100,0	0,0	200	0	330	0	N-S
5	Nº3	0	56	0	0,0	100,0	0,0	200	0	256	0	E-O
6	Nº2	0	72	9	0,0	88,9	11,1	200	0	250	31	N-S
7	Nº5	40	83	0	32,5	67,5	0,0	200	105	218	0	N-S
	Nº6	0	54	3	0,0	94,7	5,3	200	0	243	14	O-E
8	Av. Gran Chaco	0	165	95	0,0	63,5	36,5	200	0	292	168	N-S
9	Nº6	18	31	0	36,7	63,3	0,0	200	91	158	0	O-E
11	Gamoneda	6	0	39	13,3	0,0	86,7	200	33	0	212	N-S
	nº7	0	116	82	0,0	58,6	41,4	200	0	233	165	S-N
12	Nº7	0	24	0	0,0	100,0	0,0	200	0	224	0	N-S
	Nº3	0	48	4	0,0	92,3	7,7	200	0	233	19	E-O
	Nº7	4	18	12	11,8	52,9	35,3	200	28	124	83	S-N
13	Nº7	10	38	16	15,6	59,4	25,0	200	41	157	66	N-S
	Nº6	0	73	0	0,0	100,0	0,0	200	0	273	0	O-E
	Nº7	0	25	4	0,0	86,2	13,8	200	0	197	32	S-N

Fuente: Elaboración propia

3.15.1 CÁLCULO DE NIVEL DE SERVICIO Y RETARDO MAS GENERACIÓN DE VIAJES

Tabla 3.48 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana 7-8am

7:00-8:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Nº1	9,23	A	9,71	A
	Nº3	10,08	B		
5	Nº3	8,68	A	8,68	A
6	Nº2	7,96	A	7,96	A
7	Nº5	9,74	A	10,18	B
	Nº6	10,54	B		
8	Av. Gran Chaco	9,63	B	9,63	A
9	Nº6	8,38	A	8,38	A
11	Gamoneda	10,89	B	10,03	B
	Nº7	8,54	A		
12	Nº7	10,57	B	10,50	B
	Nº3	10,50	B		
	Nº7	10,44	A		
13	Nº7	11,27	B	10,58	B
	Nº6	10,10	B		
	Nº7	10,30	B		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.31 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana 7-8am



Fuente: Elaboración propia

Con el aumento de número de viajes generado por el colegio y sumado al de los aforos observamos como con la influencia del colegio cambia el nivel de servicios de la mayoría de los accesos de nivel A a B. y los tiempos de retardo con tendencia a cambiar a otro nivel de servicio.

Tabla 3.49 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana 12-13pm

12:00-13:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	N°1	9,33	A	9,96	A
	N°3	10,43	B		
5	N°3	8,72	A	8,72	A
6	N°2	8,64	A	8,64	A
7	N°5	9,44	A	9,97	A
	N°6	10,37	B		
8	Av. Gran Chaco	10,72	B	10,72	B
9	N°6	8,37	A	8,37	A
11	Gamoneda	11,69	B	10,6	B
	N°7	8,67	A		
12	N°7	11,04	B	10,67	B
	N°3	10,82	B		
	N°7	1,03	B		
13	N°7	11,97	B	11,52	B
	N°6	10,64	B		
	N°7	11,79	B		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.32 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana 7-8 am

Fuente: Elaboración propia

A horas 12 a 13 las intersecciones que más cambio presentan con la generación de viajes del colegio al son las intersecciones 8, 12 y 13 que cambiaron su nivel de servicio en todos sus accesos.

Este aumento podría ser aún mayor pero las condiciones de las calles que están siendo arregladas son una dificultad para el paso libre de vehículos por la zona

Tabla 3.50 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana 17-18 pm

18:00-19:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	N°1	8,89	A	9,32	A
	N°3	9,63	A		
5	N°3	8,38	A	8,38	A
6	N°2	8,46	A	8,46	A
7	N°5	9,70	B	10,23	B
	N°6	10,66	B		
8	Av. Gran Chaco	9,23	B	9,23	B
9	N°6	8,47	A	8,47	A
11	Gamoneda	9,69	A	9,06	A
	N°7	8,03	A		
12	N°7	10,19	B	9,90	A
	N°3	9,75	A		
	N°7	9,73	A		
13	N°7	10,59	B	10,11	B
	N°6	9,69	A		
	N°7	9,99	A		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.33 Nivel de servicio más generación de viajes colegio santa Ana 17-18 pm



Fuente: Elaboración propia

En la hora pico de la tarde por efectos de la zona y la poca circulación los niveles de servicio disminuyen en algunos accesos principales como el 8-12-13 y en las intersecciones restantes mantiene un nivel de servicio A.

El número de vehículos decrece más aun en la zona ya que cuenta con un alumbrado público muy básico en ciertas esquinas q no permite la circulación en ciertas horas

3.16 ANÁLISIS DE PROYECCIÓN A FUTURO

Como en el análisis realizado en el coliseo de igual manera en el colegio proyectaremos los volúmenes de circulación de tráfico a un número de años en el futuro para conocer la saturación de la zona. Habiendo realizado cálculos previos observamos que el 5 año es el límite antes de entrar en colapso en las diferentes intersecciones.

Tabla 3.51 Proyección aforos futuros colegio

Colegio Santa Ana 7:00am- 8:00am								
Índice %	5,93	Años 5			Proyecciones			
N° intersección	Calle	Izq.	Frente	Der.	Izq.	Frente	Der.	Sentido
1	N°1	0	273	0	0	364	0	S-N
	N°3	0	359	0	0	479	0	N-S
2	N°2	0	84	0	0	112	0	N-S
3	N°1	0	53	15	0	71	20	S-N
	N°6	4	26	0	5	35	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	61	0	0	81	0	S-N
5	N°3	0	291	0	0	388	0	E-O
6	N°2	0	227	57	0	303	76	N-S
7	N°5	56	263	0	75	351	0	N-S
	N°6	0	249	13	0	332	17	O-E
8	Av. Gran Chaco	0	258	190	0	344	253	N-S
9	N°6	76	165	0	101	220	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	23	0	0	31	0	S-N
11	Gamoneda	79	0	184	105	0	245	N-S
	N°7	0	324	133	0	432	177	S-N
12	N°7	29	214	33	39	285	44	N-S
	N°3	29	228	21	39	304	28	E-O
	N°7	58	162	50	77	216	67	S-N
13	N°7	44	69	199	59	92	265	N-S
	N°6	0	298	0	0	397	0	O-E
	N°7	0	216	28	0	288	37	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	122	0	0	163	0	N-S
	N°7	0	37	0	0	49	0	S-N
15	N°8	0	217	0	0	289	0	E-O
16	N°8	0	216	86	0	288	115	O-E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.52 Proyección a futuro de niveles de servicio 7-8 am

7:00-8:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Nº1	13,55	B	17,26	C
	Nº3	20,08	C		
2	Nº2	9,36	A	9,36	A
3	Nº1	10,11	B	9,27	A
	Nº6	8,90	A		
4	Av. Gran Chaco	8,80	A	8,80	A
5	Nº3	13,49	B	13,49	B
6	Nº2	14,84	B	14,84	B
7	Nº5	20,54	C	18,52	C
	Nº6	16,87	C		
8	Av. Gran Chaco	37,79	D	32,79	D
9	Nº6	18,57	C	18,57	D
10	Av. Gran Chaco	8,37	A	8,37	A
11	Gamoneda	32,34	E	25,59	D
	Nº7	13,85	B		
12	Nº7	13,01	B	13,63	B
	Nº3	13,44	B		
	Nº7	14,44	B		
13	Nº7	25,19	D	18,35	C
	Nº6	12,50	B		
	Nº7	16,38	C		
14	Av. Gran Chaco	8,52	A	9,64	A
	Nº7	9,98	A		
15	Nº8	11,19	B	11,19	B
16	Nº8	25,92	D	25,92	D

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.34 Proyección a futuro de niveles de servicio 7-8 am



Fuente: Elaboración propia

El gráfico de los niveles de servicio a futuro nos muestra el aumento proyectado en 5 años de las intersecciones más críticas 1-6-5-7-8-11-12-13-14 afectada por la generación de viajes del colegio y las demás que se proyectaron sin el aumento de esta generación de viajes.

En las intersecciones 8-11-13-15 tenemos accesos son niveles de servicios D y E que nos muestran q ya tenemos congestionamientos ocasionados por las cercanías a avenidas principales las demás intersecciones que no son afectadas por la generación de viajes mantienen niveles de servicio entre A y C a pesar de la proyección a futuro.

Tabla 3.53 Proyección a futuro 12-13

Colegio Santa Ana 12:00am- 13pm								
Índice %	5,93							
Años	5							
N° intersección	Calle	Izq.	Frente	Der.	Proyecciones			Sentido
					Izq.	Frente	Der.	
1	N°1	0	278	0	0	371	0	S-N
	N°3	0	382	0	0	510	0	N-S
2	N°2	0	92	0	0	123	0	N-S
3	N°1	0	64	16	0	85	21	S-N
	N°6	4	27	0	5	36	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	59	0	0	79	0	S-N
5	N°3	0	296	0	0	395	0	E-O
6	N°2	0	267	38	0	356	51	N-S
7	N°5	32	287	0	43	383	0	N-S
	N°6	0	220	23	0	293	31	O-E
8	Av. Gran Chaco	0	335	179	0	447	239	N-S
9	N°6	72	168	0	96	224	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	12	0	0	16	0	S-N
11	Gamoneda	71	0	208	95	0	277	N-S
	N°7	0	357	138	0	476	184	S-N
12	N°7	42	184	21	56	245	28	N-S
	N°3	52	231	23	69	308	31	E-O
	N°7	45	207	57	60	276	76	S-N
13	N°7	48	218	77	64	291	103	N-S
	N°6	0	314	0	0	419	0	O-E
	N°7	0	225	46	0	300	61	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	132	103	0	176	137	N-S
	N°7	0	55	0	0	73	0	S-N
15	N°8	0	250	0	0	333	0	E-O
16	N°8	0	232	105	0	309	140	O-E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.54 Proyección a futuro de niveles de servicio 12-13 pm

12:00-13:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	N°1	13,77	B	18,9	C
	N°3	22,64	C		
2	N°2	9,48	A	9,48	A
3	N°1	10,12	B	9,35	A
	N°6	9,05	A		
4	Av. Gran Chaco	8,79	A	8,79	A
5	N°3	13,7	B	13,7	B
6	N°2	15,97	B	15,97	B
7	N°5	18,76	C	17,68	C
	N°6	16,87	C		
8	Av. Gran Chaco	60,4	F	60,4	F
9	N°6	18,5	C	18,5	C
10	Av. Gran Chaco	8,25	A	8,25	A
11	Gamoneda	43,55	E	33,11	D
	N°7	14,58	B		
12	N°7	14,11	B	14,19	B
	N°3	15,2	B		
	N°7	13	B		
13	N°7	28,09	D	20,34	C
	N°6	13,46	B		
	N°7	18,66	C		
14	Av. Gran Chaco	8,73	A	12,02	B
	N°7	12,72	B		
15	N°8	12,08	B	12,08	B
16	N°8	16,83	C	16,83	C

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.35 Proyección a futuro de niveles de servicio 12-13 pm



Fuente: Elaboración propia

Al medio día observamos el acceso con nivel de servicio más desfavorable es el perteneciente a la intersección 8, posiblemente por su cercanía a la avenida y por falta de señalización o hasta de un semáforo.

Otra intersección crítica que nos presenta es el acceso 2 en la intersección 11 q tiene un nivel de servicio E

La intersección 13 presenta el mismo problema en uno de sus accesos

Las demás no presentan un aumento considerable, pero con la proyección de un año pasarían a una condición desfavorable como observamos en las intersecciones 1, 7 y 16

Tabla 3.55 Proyecciones a futuro 17-18

Colegio Santa Ana 17:00am- 18pm								
Índice %	5,93							
Años	5							
					Proyecciones			
Nº intersección	Calle	Izq.	Frente	Der.	Izq.	Frente	Der.	Sentido
1	Nº1	0	246	0	0	328	0	S-N
	Nº3	0	330	0	0	440	0	N-S
2	Nº2	0	72	0	0	96	0	N-S
3	Nº1	0	33	11	0	44	15	S-N
	Nº6	1	21	0	1	28	0	O-E
4	Av. Gran Chaco	0	30	0	0	40	0	S-N
5	Nº3	0	56	0	0	75	0	E-O
6	Nº2	0	250	31	0	333	41	N-S
7	Nº5	105	218	0	140	291	0	N-S
	Nº6	0	243	14	0	324	19	O-E
8	Av. Gran Chaco	0	256	147	0	341	196	N-S
9	Nº6	91	158	0	121	211	0	O-E
10	Av. Gran Chaco	0	18	0	0	24	0	S-N
11	Gamoneda	33	0	212	44	0	283	N-S
	Nº7	0	233	165	0	311	220	S-N
12	Nº7	0	224	0	0	299	0	N-S
	Nº3	0	233	19	0	311	25	E-O
	Nº7	28	124	83	37	165	111	S-N
13	Nº7	41	157	66	55	209	88	N-S
	Nº6	0	273	0	0	364	0	O-E
	Nº7	0	197	32	0	263	43	S-N
14	Av. Gran Chaco	0	99	71	0	132	95	N-S
	Nº7	0	18	0	0	24	0	S-N
15	Nº8	0	157	0	0	209	0	E-O
16	Nº8	0	137	0	0	183	0	O-E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.56 Proyección a futuro de niveles de servicio 17-18 pm

17:00-18:00 hrs.					
Intersección	Calle	Retraso (s)	N.S.	Retraso (s) de intersección	N. S
1	Nº1	12,58	B	15,46	B
	Nº3	17,61	C		
2	Nº2	9,19	A	9,19	A
3	Nº1	9,96	A	9,05	A
	Nº6	8,61	A		
4	Av. Gran Chaco	8,45	A	8,45	A
5	Nº3	8,53	A	8,53	A
6	Nº2	14,66	B	14,66	B
7	Nº5	20,08	C	18,44	C
	Nº6	8,14	A		
8	Av. Gran Chaco	25,46	D	25,46	D
9	Nº6	19,30	C	19,30	C
10	Av. Gran Chaco	8,32	A	8,32	A
11	Gamoneda	22,37	C	18,86	C
	Nº7	13,17	B		
12	Nº7	12,15	B	12,26	B
	Nº3	12,22	B		
	Nº7	12,44	B		
13	Nº7	21,80	C	16,17	C
	Nº6	12,06	B		
	Nº7	13,91	B		
14	Av. Gran Chaco	8,32	A	10,71	B
	Nº7	10,97	B		
15	Nº8	8,32	A	8,32	A
16	Nº8	10,97	B	10,97	B

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.36 Proyección a futuro de niveles de servicio 17-18 pm



Fuente: Elaboración propia

Como se pudo explicar en los anteriores análisis el horario de 17-18 pm tiende a bajar el volumen de tráfico por las dificultades del flujo de tránsito en la zona de la zona.

Pero observamos q tenemos todavía un nivel de servicio desfavorable en la intersección 8 que necesitara una medida de mitigación debido a que la proyección nos indica que en 5 años esta zona llegara a ser muy conflictiva, así como las otras intercesiones que están en nivel C tiene tendencia a cambia a un nivel desfavorable en una proyección a 6 años.

3.17 EVALUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DEL COLEGIO SANTA ANA

En el análisis de la zona estudiada podemos observar muchas particularidades en esta debido a las condiciones en las que se realizaron los aforos y los cambios y refacciones que se realizaron alrededor del colegio.

A pesar de ser una zona comercial el uso de las calles principales estuvo limitado a ser un espacio de tránsito de una avenida principal a otra, los tipos de vehículo que más circulan son de transporte público liviano, aunque también podemos considerar los vehículos pesados que en su mayoría son vehículos de transportes de comestibles de transporte de materiales de construcción.

No hay delimitación definida en cuanto al tema de estacionamientos debido a que muchas de las calles principales no cuentan con asfalto y todavía falta la delimitación exacta de sus anchos de vía. Solo el colegio en su entrada principal presenta una zona con espacios para estacionamiento vehicular.

En la zona alrededor del colegio y calles principales no cuenta con semáforos instalados. Se pudo identificar diferentes factores que representan problemas que son imperceptibles, pero con el pasar del tiempo y aumento de tráfico se pueden incrementar como ser:

- a) Ubicación de estacionamientos.
- b) Colocación de semáforos si se cumplen las normas.
- c) Señalización para el ordenamiento de circulación en la zona

Así también estos mismos ocasionan que la zona estudiada tenga ciertas necesidades que necesitan ser atendidas:

- a) Señalización horizontal y vertical de la zona
- b) Orientación del sentido de carriles y transitabilidad de vehículos
- c) Áreas verdes
- d) Estacionamientos
- e) Puestos policiales

Se procedió a la evaluación del estado actual de la intersección principal que es la calle N°2 y N°3 tomando en cuenta toda la información recopilada y cálculos obtenidos relevantes para el estudio. Así mismo se procedió a la proyección futura de las rutas para

analizar el año de colapso donde las intersecciones cambiaran a niveles de servicio poco favorable.

3.17.1 Evaluación actual vehicular

Las condiciones de la pandemia causo una situación a considerar en las intersecciones cercanas al colegio ya que esta misma es la mayor generadora de trafico al no tener otras infraestructuras alrededor que generen viajes u ocasiones un aumento en el tráfico. Se estableció una modalidad de enseñanza virtual dejando sin uso el colegio. Esto ocasiono que la zona sea usada como zona de tránsito entre una avenida principal y la otra.

Además de que muchas de las calles conectoras no son asfaltadas y presentan problemas de circulación en tiempos de lluvia lo que ocasiona que se evite usar estas calles. Tomando en cuenta estos factores podemos mostrar en la siguiente tabla el comportamiento de las intersecciones más cercanas. Así también los cambios de horarios o cierre de áreas de influencia de tráfico cercanas a proyecto.

Tabla 3.57 Nivel de servicio actual

Intersecciones	Nivel de servicio actual
1	A
2	A
3	A
4	A
5	A
6	A
7	A
8	B
9	A
10	A
11	A
12	A
13	A
14	A
15	A
16	A

Fuente: Elaboración propia

A estos niveles de servicio sumamos la generación de viajes que ocasionará el colegio dando como resultado el cambio de las primeras intersecciones 7-8-11-12-13 que son las que tienen entradas directas al colegio, pero aun manteniendo niveles aceptables, pero observando la influencia que tendrá el colegio en el tráfico en las esquinas del colegio.

Tabla 3.58 Nivel de servicio más viajes

Intersecciones	Nivel de servicio
1	A
2	A
3	A
4	A
5	A
6	A
7	B
8	B
9	A
10	A
11	B
12	B
13	B
14	A
15	A
16	A

Fuente: Elaboración propia

3.17.2 Evaluación futura vehicular

En la evaluación futura tenemos como análisis el incremento de tráfico en un futuro de 5 años que establecimos como límite para analizar y mencionar debido a que el número de viajes generado por el colegio es mayor tarde menos a llegar a puntos de congestionamientos considerables en sus intersecciones

Tabla 3.59 Nivel de servicio futuro

Intersecciones	Nivel de servicio actual
1	C
2	A
3	A
4	A
5	B
6	B
7	C
8	F
9	D
10	A
11	D
12	B
13	C
14	B
15	B
16	D

Fuente: Elaboración propia

Observando los datos observamos que el punto más desfavorable es el acceso en la intersección 8 que tiene un nivel de servicio F, posiblemente atribuido a la presencia de la avenida gran chaco y la falta de señalización y semáforo en la zona.

Otro problema que observamos es en las intersecciones 9 y 11 que son entradas directas al colegio y la única calle asfaltada hasta la fecha de realización del estudio.

Para este problema se propondrán las siguientes soluciones ingenieriles para mitigar este futuro problema que se ocasionara en la intersección.

Propuesta 1: Adecuación de calles aledañas

Por ser una zona nueva y con proyección a aumentar el flujo de tráfico por toda la zona se deberán realizar todos los trabajos necesarios en las calles próximas al colegio como ser nivelación, definición de anchos de carril, acordonamientos y finalmente el asfaltado

de todas las calles cercanas al colegio. Problema por el cual también carece es la falta de nombres en su calle cercana.

Ilustración 3.37 Calle n°6 a lado del colegio en remodelación



Fuente: Elaboración propia

Propuesta 2: Estudio de la zona para la colocación de estacionamientos

Como la zona no tiene aún una decisión clara en el uso y sentidos de algunas calles sería importante tomar en cuenta la designación de espacios de estacionamiento alejados de la intersección que más generaran tráfico para mejor los niveles de servicio.

Los siguientes lugares son referencias para estacionamientos cercanos:

Ilustración 3.38 Propuestas de lugares de estacionamientos



Fuente: Elaboración propia

Propuesta 3: Colocación de señalización vertical y horizontal

Como la zona no cuenta con ningún tipo de señalización vertical y por tratarse de un colegio será conveniente la colocación de las mismas en las zonas más conflictivas o que a futuro podría congestionarse.

Tabla 3.60 Implementación de señales verticales

Implementación de Señales	
Señales Verticales	Intersección
Implementar señal de identificación	1-2-5-7-11-13
Implementar señal de velocidad máxima	4-8-10-11-12-13-15-16
Señal de zona escolar	5-6-7-12-13

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.39 Señales verticales en zonas escolares



Fuente: Elaboración propia

Señales horizontales recomendables en la zona.

Las calles principales tampoco cuentan con señalización horizontal por lo que es necesario su implementación

Ilustración 3.40 Calle n°5 sin señalización horizontal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.61 Implementación señales horizontales

Implementación de Señales	
Señales Horizontales	Intersección
Implementar rayas centrales	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16
Implementar rayas de parada	5-6-12-13
Colocación señales de alto	5-6-12-13
Implementar rayas de cruce de peatones	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16
Pintado de marcas de parada de buses	5-6-4-11- 12-13

Fuente: Elaboración propia

3.18 SIMULACIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE PROGRAMA SYNCHRO 8

Para complementar el trabajo realizado en estas dos infraestructuras se procedió a utilizar Synchro Plus un paquete de software para el modelado, optimización, gestión y simulación de sistemas de tráfico que nos facilitara ver el diseño de las vías aledañas y los niveles de servicio de las intersecciones más cercanos a los edificios.

El siguiente es un resumen de las características clave de Synchro Plus y de las características más utilizadas en nuestro trabajo

Synchro implementa la utilización Intersección Capacidad (UCI) Método 2003 para determinar capacidad de intersección. Este método compara el volumen actual de las intersecciones finales de capacidad también implementa los métodos de la HCM 2000 y recientemente lanzado 2010.

Debido a las condiciones de nuestras intersecciones se procedió a modelar y realizar el cálculo en intersecciones mediante un método desarrollado en el programa.

La ICU se muestra para intersecciones no semaforizadas porque representa la capacidad potencial de la intersección si fuera a ser señalado.

ICU no es un valor que se puede medir con un cronómetro, pero nos da una buena lectura de las condiciones que se puede esperar en la intersección.

Las letras A a H son asignados a la intersección basado en la utilización de la capacidad Intersección uso Tabla 3.62

Nivel de criterios del servicio de Análisis de la UCI

Tabla 3.62 Niveles de servicio UCI

UCI	Nivel de Servicio
0 a 55%	La
> 55% a 64%	B
> 64% a 73%	C
> 73% a 82%	D
> 82% a 91%	E
> 91% a 100%	F
> 100% a 109%	G
> 109%	H

Fuente: Elaboración propia

3.19 MODELO DE SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE INTERSECCIONES COLISEO GUADALQUIVIR

Para la simulación del coliseo se proyectaron las calles e intersecciones principales utilizando como parte de los datos los aforos ya calculados.

Ilustración 3.41 Simulación por medio de Synchro 8 Coliseo Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia

Lustración 3.42 Niveles de servicio con Synchro 8 Coliseo Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia

Se determinó mediante el software mencionado el cálculo automático de cada intersección tomando en cuenta la particularidad de los mismos nudos al no contar con semáforo de esta forma se procede a calcular mediante el nivel de saturación ICU ya preestablecido en el programa teniendo como resultado niveles de servicio óptimos.

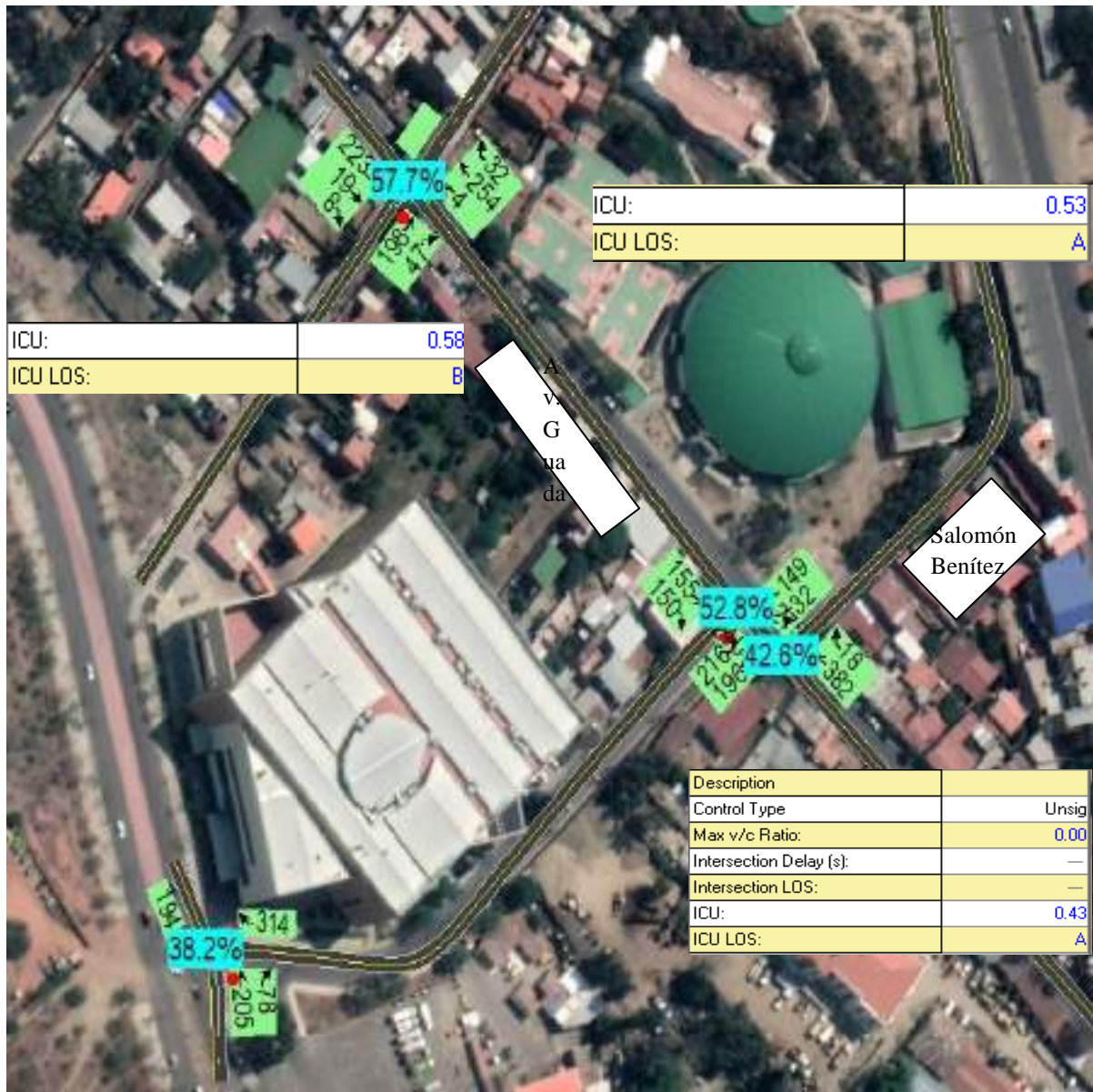
Ilustración 3.43 Proyección de datos y niveles de servicio Coliseo Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia

Se procedió a reflejar los datos de aforos vehiculares estimados para calcular el aumento que tendría en unos años las principales intersecciones.

Lustración 3.44 Propuesta de solución mediante Synchro 8 Coliseo Guadalquivir



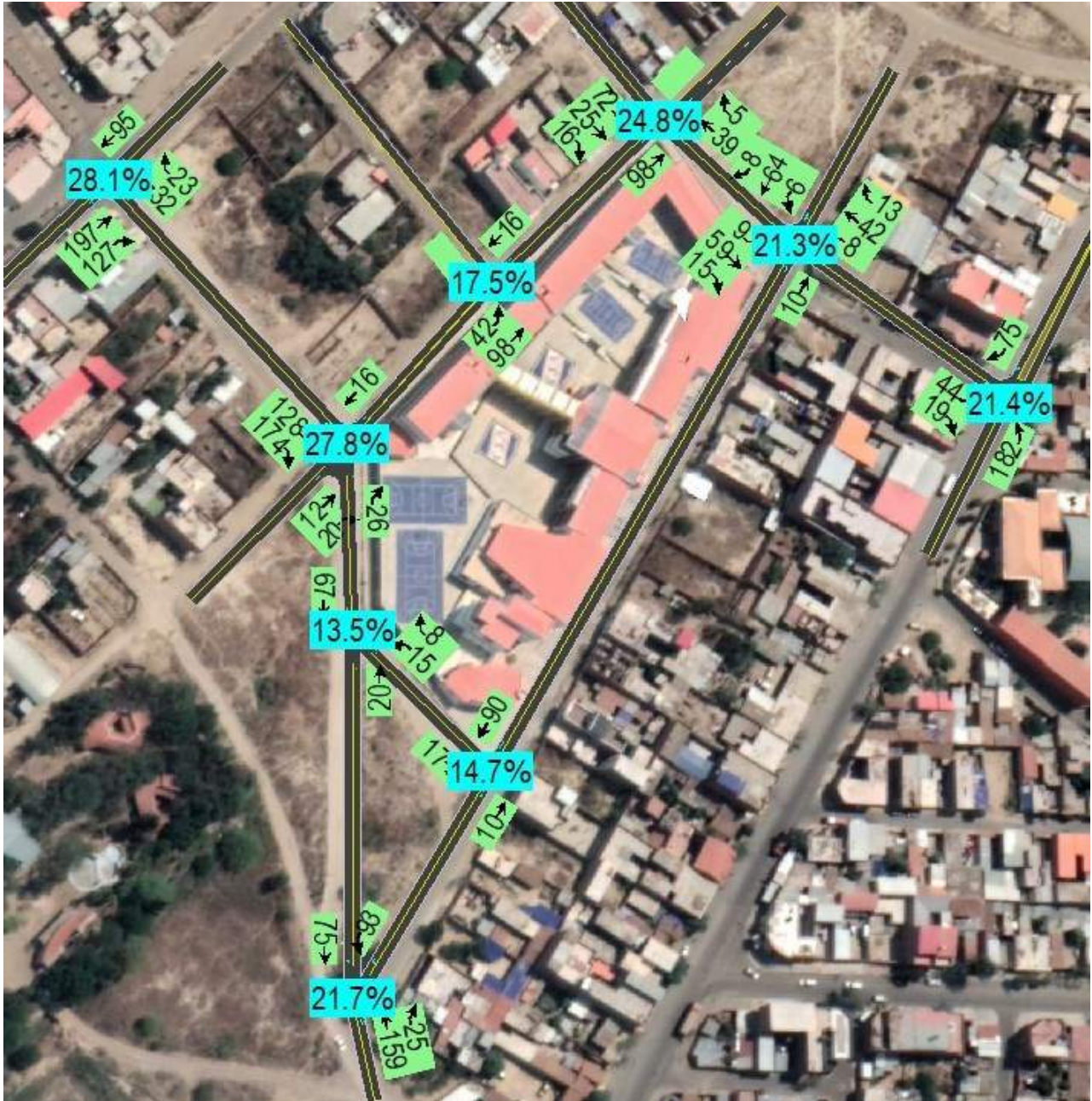
Fuente: Elaboración propia

Como medida para reducir los niveles de servicio y saturación en las intersecciones se procedió a prohibir movimientos de estacionamientos sobre la avenida Guadalquivir y la calle Salomón Benítez esto para se dé el uso respectivo a la propuesta de estacionamiento cercana al coliseo una forma de reducir el flujo en horarios picos donde el flujo aumenta y también colocando señales de alto en esta mismas como precaución para los peatones que circulan por la zona.

3.20 MODELO DE SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE INTERSECCIONES COLEGIO SANTA ANA

Se procedió también con el modelado en el software de todo lo que son las vías, intersecciones y señalización correspondiente del colegio calculando por el método ICU sus niveles de servicio dependientes del flujo vehicular.

Ilustración 3.45 Simulación por medio de Synchro 8 Colegio Santa Ana



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3.46 Proyección de datos y niveles de servicio Colegio Santa Ana



Fuente: Elaboración propia

Con la proyección a futuro se puede estimar valores que tendrán los aforos de vehículos debido al incremento del parque automotor y el crecimiento de mayor flujo en la zona. Estos mismos nos reflejan un cambio de nivel de servicio en las intersecciones principalmente las que están en las esquinas del colegio y la que está ubicada sobre la Av. Gran Chaco.

Ilustración 3.47 Propuesta de solución con Synchro 8 para Colegio Santa Ana



Fuente: Elaboración propia

Para mejorar el nivel de servicio de las intersecciones se procedió mediante Synchro la ampliación del ancho de calzada de las calles 5,7, 9,12 en un carril más de 3.6 m este

mismo nos permite bajar el flujo concentrado en las intersecciones, también la colocación de las señalizaciones correspondientes en las esquinas del colegio para evitar los excesos de velocidad ya que es una zona de tránsito escolar.

Para dar uso al estacionamiento propuesto se procedió a la restricción de estacionamiento en horarios pico en las calles 12 y 5.

Estas medidas y modificaciones nos muestran que en lugares donde recién se están construyendo los accesos la infraestructura es necesario tener una guía de cómo será el movimiento del tráfico vehicular en la zona para poder tomar acciones que mitiguen los problemas ocasionados por la construcción de un nuevo edificio.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Una de las principales causas para la no implementación de los estudios de impacto vial es el desconocimiento, la mayoría de profesionales que se dedican a la construcción de obras físicas no conocen la necesidad de realizar estudios de impacto vial para mitigar futuros problemas de tránsito.

Para elaborar una metodología de forma práctica se realizó el estudio de impacto vial en el coliseo Guadalquivir Basquetbol y el colegio Santa Ana ya que estas obras no contaban con uno, y debido a que en la ciudad todavía no contamos con la reglamentación para realizar el mismo se elaboró los estudios en base a normas internacionales aprobadas cumpliendo el objetivo principal del proyecto.

Se produjo los dos estudios en circunstancias extraordinarias por la situación de pandemia que vivimos, por esta misma situación la recolección de datos nos mostró resultados que en condiciones normales no se hubieran manifestado, como el cierre del año escolar que dejó sin uso el colegio y o la prohibición de aglomeración de grupos ocasionando que las actividades deportivas sean suspendidas, pero nos sirvió para poder hacer un análisis de cómo era el tráfico en las dos zonas antes del funcionamiento del coliseo y el colegio en sus respectivos lugares.

Dados los cambios de condiciones en los diferentes niveles de servicios de los dos lugares validamos dos problemas planteados al inicio de la investigación como son:

Los efectos que tendrá la construcción de una estructura en las intersecciones y calles alrededor de la misma generan un aumento de flujo en el tráfico de la zona.

La realización de un estudio de impacto vial nos sirve para prevenir futuros congestionamientos y observar el comportamiento del tráfico dando la posibilidad de generar alternativas de mitigación de impactos generados por el proyecto

En la siguiente tabla podemos observar los cambios que sufren los niveles de servicio con las diferentes situaciones planteadas ya que en primer lugar se realizó un aforo general, otro sumado a la generación de viajes generada por el colegio y el último con una proyección a futuro.

Tabla 4.1 Comparación de niveles de servicios coliseo

Niveles de servicio coliseo Guadalquivir			
Intersección	Actual	Actual + viajes	Proyección a futuro
Av. Guadalquivir y Salomón Benítez	A	B	D
Av. Guadalquivir y 8 de marzo	A	B	C
Av. Integración y 8 de marzo	A	B	C
Av. Integración y 27 de mayo	A	A	B
Av. Guadalquivir y 27 de mayo	A	A	C
Av. Integración y 17 de octubre	A	A	B
Av. Guadalquivir y 17 de octubre	A	A	B
Virgen del rosario y 17 de octubre	A	A	B
Virgen del rosario	A	A	A
Av. y Salomón Benítez	A	A	B

Fuente: Elaboración propia

Para el coliseo Guadalquivir se hizo una proyección de 8 años donde la intersección 1, la avenida Guadalquivir y salomón Benítez se proyectó como la más crítica entrando en un nivel de congestión perjudicial para la zona.

Al pasar al año 9 varias de las intersecciones estarán en un estado de congestionamiento. La importancia de un estudio vial no da la capacidad de poder proponer medidas de mitigación que nos permitan evitar estos problemas futuros

Para el coliseo debido a su ubicación no podemos hacer aumentos en el ancho de carril o modificar características ya construidas de la zona, pero se planteó como medidas de mitigación lo siguiente

Propuesta 1: Construcción de estacionamiento en una parte del coliseo que funciona como jardín seguido de restricción de parqueos en las calles Salomón Benítez y parte de la Av. Integración que comprende el coliseo en horarios picos como ser al medio día en horarios e salida de trabajo.

Propuesta 2: Reordenamiento de sentidos de circulación en las calles Salomón Benítez, 27 de mayo y 7 de octubre permitiendo la circulación den doble sentido con su respectiva señalización para ayudar al no congestionamiento del tráfico.

Propuesta 3: Establecer horarios específicos, horarios nocturnos y fines de semana, para eventos deportivos de alta concentración de personas y vehículos particulares así se evitará congestionamientos.

Tabla 4.2 Comparación de niveles de servicios colegio

Niveles de servicio colegio Santa Ana			
Intersección	Actual	Actual + viajes	Proyección a futuro
N°3 y N°1	A	A	C
N°6 y N°2	A	A	A
N°6 y N°1	A	A	A
Av Gran Chaco y N°1	A	A	A
N°3	A	A	B
N°2	A	A	B
N°6 y N°5	A	B	C
Av Gran Chaco	B	B	F
N°6	A	A	D
Av Gran Chaco	A	A	A
n°7 y Gamoneda	A	B	D
N°3 y N°7	A	B	B
N°6 y N°7	A	B	C
Av Gran Chaco y N°7	A	A	B
N°8 y N°6	A	A	B
N°8 y N°3	A	A	D

Fuente: Elaboración propia

Para el colegio Santa Ana se hizo una proyección de 5 años debido a la mayor cantidad de tráfico generado, donde la intersección sobre la avenida Gran Chaco se proyectó como la más crítica entrando en un nivel de congestión perjudicial para la zona.

Las intersecciones en las esquinas del colegio son las primeras en mostrar un congestionamiento en nivel de servicio D.

Las que tiene todavía un nivel de servicio entre A y B son intersecciones que no fueron calculadas con la generación de viajes para observar la diferencia que existe con las intersecciones más cercanas que si fueron calculadas más la generación de viajes

Al pasar al año 6 todas las intersecciones restantes elevarían su flujo vehicular y daría un aumento progresivo a otro nivel de servicio provocando un estado de congestión vehicular.

Las condiciones presentadas en la zona del colegio fueron especiales debido a que es una zona donde recién se está haciendo la adecuación de las calles tanto en señalización vertical y horizontal como en la nivelación, asfaltado, las condiciones mínimas que permiten un tráfico sin problemas ni retrasos.

A pesar de todos estos inconvenientes de la zona se identificaron problemas y gracias al estudio de impacto vial también se pudo plantear soluciones para los congestionamientos futuros ocasionados por el colegio.

Se plantearon las siguientes soluciones (ya detalladas al final de cada estudio) para las intersecciones con mayor tiempo de retardo y tiempos de servicio más desfavorables.

(8-11-12-13-16)

Propuesta 1: Adecuación de calles aledañas con el aumento de un carril (3.6 m de ancho) adicional en las calles 5,12,8 que nos permitirá reducir el impacto de flujo en las intersecciones más cercanas al colegio que proyectan un aumento considerable con los años de Vehículos q circulan.

Propuesta 2: Estudio de la zona y construcción de espacio de estacionamientos para evitar la saturación de vehículos en las calles de accesos principales en horarios de gran demanda acompañados de horarios restrictivos en lugares de estacionamientos específicos (Calle 5 y 12)

Propuesta 3: Colocación de señalización vertical y horizontal (pasos de cebra, letreros de alto y paso escolar) en intersecciones principales cercanas al colegio.

Habiendo concluido la elaboración de dos estudios de impactos viales se propone una guía metodológica del contenido mínimo que debe tener un estudio de impacto vial, que tiene como propósito orientar al ingeniero en el desarrollo de dicho estudio.

Con esta guía de contenido de estudio de impacto vial nos permitirá identificar los efectos de los impactos viales en la zona, y a partir de este estudio plantear soluciones a los impactos viales, de esta manera se puede mejorar el nivel de servicio y la transitabilidad en la zona de estudio.

CONTENIDO MÍNIMO DE UN ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

INTRODUCCIÓN

Área de estudio: Para el área de estudio se debe considerar como las intersecciones viales aledañas a la infraestructura en un radio de mínimo de 100 metros.

Usos del suelo: Para el análisis de uso de suelo se debe tener en cuenta el cambio del uso de suelo en la zona y las zonas aledañas a la estructura.

Ubicación: Se debe indicar la ubicación, orientación y localización del estudio, así como también la identificación a las vías aledañas a la estructura.

Planos propuestos: Planos en los cuales se especifique las dimensiones del proyecto, planos que especifiquen la ubicación y usos de suelo de la zona donde será construido, planos que muestren los accesos a la estructura y los sentidos de circulación del tráfico de la zona y planos que presenten las medidas de mitigación de los impactos viales.

Estos mismos tienen que tener un tamaño legible mínimo de doble carta con escalas variables entre 1:100 hasta 1:1000

CARACTERÍSTICAS DE LA RED VIAL URBANA

Descripción de la red vial urbana existente: Se debe elaborar un informe en el cual se especifique las condiciones y dimensiones de las redes viales urbanas aledañas existentes a la estructura.

Identificación del tránsito actual: Se debe reconocer en campo los tipos de vehículos que transitan por las vías aledañas a la estructura, si son públicos o privados pesados o livianos, así como la orientación de la circulación de dichos vehículos en las vías estudiadas.

Identificación de la operación del transporte en la zona: Se debe reconocer en campo el tránsito de los vehículos de transporte público que pasan por la zona de estudio, así como los vehículos particulares. Luego elaborar una plantilla de aforo vehicular de acuerdo a los tipos de vehículos y giros que estos realizan en las vías e intersecciones de estudio. Estos mismos aforos basados en normativas aprobados por la entidad reguladora. Posteriormente elaborar un cuadro de resumen donde se especifique la hora pico, siendo este dato indispensable para el estudio y modelamiento de tránsito. Estos mismos tienen que ser aforos realizados en mínimo un lapso de tiempo de un mes

tomando cuenta dos días hábiles y uno inhábil de fin de semana para poder observar el comportamiento del tráfico en diferentes situaciones de flujo vehicular

PROYECCIONES DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Generación de viajes: Para la generación de viajes se debe hacer una evaluación estadística a través de entrevistas datos obtenidos de la obra o recurrir a la utilización de fórmulas y valores establecidos de generación de viajes según la estructura requerida aprobada por el municipio.

Asignación de tránsito generado a la red vial urbana: De acuerdo al estudio de generación de viajes, se asignará un tránsito generado por tipo de vehículo en las vías de estudio, el cual debe ser distribuido con criterio tomando en cuenta la circulación de los vehículos ya identificados y calculados en los aforos vehiculares como también tomar en cuenta los accesos al estadio y la capacidad de las vías aledañas.

Análisis de operación de tránsito

Para la proyección del tránsito base a futuro se debe tomar en cuenta el crecimiento normal del parque automotor dato proporcionado por el municipio de la ciudad.

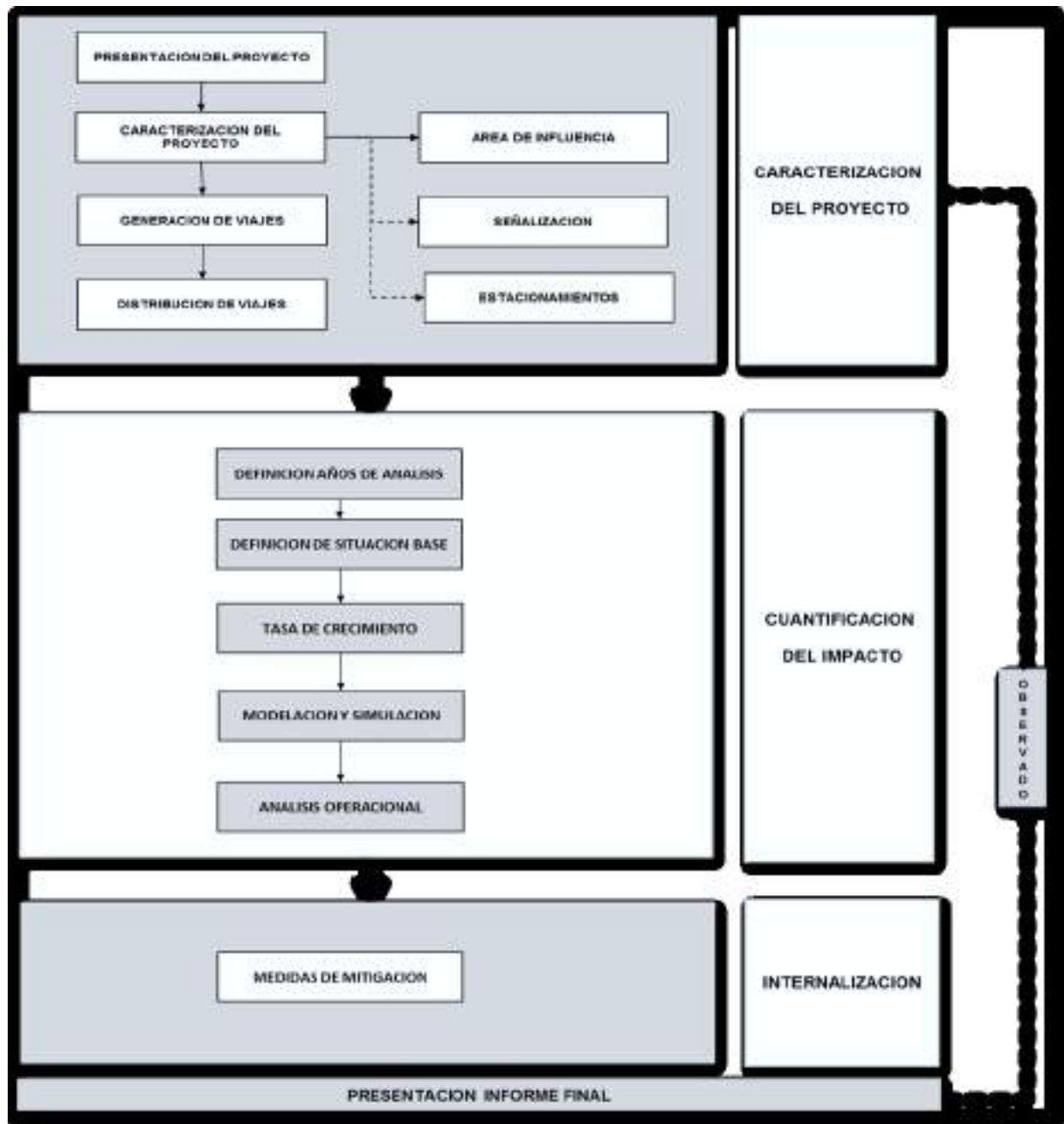
Análisis de Capacidad Vial y nivel de servicio (Intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, coordinación de semáforos): Este análisis debe proporcionar la capacidad de funcionamiento de las intersecciones, así como el nivel de servicio de las intersecciones de estudio en condiciones actuales.

Análisis de la operación de tránsito proyectado, incluyendo tránsito generado: se debe realizar un análisis de capacidad vial y nivel de servicio con el tránsito proyectado siendo el que debe variar en el análisis a futuro.

ANÁLISIS DE LAS MEJORAS

Mejoras necesarias para la operación aceptable del tránsito proyectado: Proponer las mejoras necesarias para mitigar el impacto vial en las vías aledañas con el tránsito a futuro y proyectado. Para proponer las alternativas de mitigación se debe hacer con criterio dependiendo de las características de la zona, teniendo en cuenta la implementación de dispositivos de control de tránsito, la implementación de señalizaciones verticales como horizontales en la zona de estudio, y de darse el caso proponer aperturas de vías, rediseño de la circulación de las vías, construcciones de estacionamientos, etc.

Ilustración 4.1 Estructura de un estudio de impacto vial



Fuente: Guía de impacto vial La Paz (2017)

4.2 RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda a las autoridades municipales la necesidad de recolectar información para poder contar con datos locales, que permitan obtener una base de datos para determinar la generación de viajes-persona según el uso del suelo destinado para proyectos de infraestructura.
- b) La alcaldía de la ciudad de Tarija deberá continuar la implementación de los dispositivos de control de tránsito (semáforos) a mediano plazo y las señalizaciones viales tanto horizontales como verticales en las intersecciones estudiadas para regular el tránsito vehicular.
- c) Se recomienda a los responsables del proyecto o encargados del mismo (coliseo Guadalquivir poder solucionar el tema de estacionamientos ya que la estructura no ofrece los mismos y esto en un futuro puede generar problemas de tráfico.
- d) De acuerdo a resultados obtenidos de los días lunes, viernes y sábados los cuales dan como resultado niveles de servicios más altos y en el caso de fin de semana rebajan considerablemente , en las intersecciones aledañas al coliseo, se recomienda no realizar eventos deportivos durante los días laborables de la semana puesto que los niveles de servicio de las intersecciones aumentarían dando como resultados niveles no convenientes, o en todo caso realizarlos en horarios nocturnos también pudiendo disponer de los fines de semana donde el tráfico en esta zona no es un problema por la poca circulación que existe
- e) Se recomienda a los profesionales que van a realizar en estudios de impacto vial, tomar en cuenta la guía metodología de contenido de impacto vial en que se presenta en esta investigación, así como los manuales del ITE y el HCM, para el desarrollo de dichos estudios.
- f) La dirección de tráfico de la Alcaldía con una reglamentación aprobada deberá solicitar al desarrollador del proyecto que incluya en su planificación un estudio de impacto vial formal, de forma obligatoria como requisito indispensable para la aprobación de la licencia municipal de construcción.